

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

Издается с 1990 г.

№ 7

Москва 2019

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

Цыганов В.В., Савушкин С.А. Региональные показатели транспортных систем и пространственное развитие.....	3
Черняев И.О. О принципах совершенствования Российского законодательства в сфере контроля технического состояния транспортных средств в эксплуатации.....	11
Персианов В.А. О математической подготовке школьников и студентов в условиях перехода к цифровой экономике.....	16
Куренков П.В., Левкин Г.Г., Мочалова С.В., Серяпова И.В., Солоп И.А. Материальные потоки в макрологистических системах: систематизация и классификация.....	21
Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Саидивалиев Ш.У. О математическом описании торможения вагона на сортировочной горке.....	27
Копотилов В.И. Критический анализ представлений о силе сопротивления качению колеса.....	31
Медведев Ю.С., Жучкова В.В. Методика оценки живучести конструкции системы снижения токсичности отработавших газов при пульсирующем нагружении.....	38
Амиров С.Ф., Жураева К.К. Исследование погрешности разработанных датчиков измерения усилий.....	41
Ошорова В.В., Брагинский С.А., Ивахненко А.А., Гоголин С.С. Общественный контроль организации дорожного движения при временных ограничениях или прекращении движения транспортных средств.....	45
Арифиллин И.В., Терентьев А.В., Ткачев Е.И. Сменно-суточное планирование грузовых автомобильных перевозок.....	50
Брагинский С.А., Гоголин С.С., Ошорова В.В., Трушин Р.Ю. Интернет-технологии как инструмент обеспечения качества доставки в транспортных системах мегаполиса.....	54
Раткин Л.С. Развитие экологического космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий.....	57
Грушников В.А. Некоторые предпосылки создания функциональных интеллектуальных транспортных систем.....	60
Вареничев А.А., Громова М.П., Дугин Г.С. Лидирующая роль Северного морского пути в освоении перевозок сжиженного природного газа.....	65
Пенязь И.М. Информационные технологии разработок и производства композиционных материалов и их применение.....	71
Информация для авторов.....	75

CONTENTS

Tsyganov V.V., Savushkin S.A. Regional indicators of transport systems and spatial development	3
Chernyaev I.O. Principles of improvement of the Russian legislation in the vehicles technical condition control sphere.....	11
Persianov V.A. Mathematical training of schoolchildren and students in the transition to the digital economy	16
Kurenkov P.V., Levkin G.G., Mochalova S.V., Seryapova I.V., Solop I.A. Material flows in macro-logistics systems: systematization and classification	21
Turanov K.T., Gordienko A.A., Saidivaliev S.U. About mathematical description of the car braking on the marshalling hump.....	27
Kopotilov V.I. Critical analysis of the conception of the rolling resistance of a wheel	31
Medvedev Y.S., Zhuchkova V.V. Methods of determining the survivability of a system design to reduce the toxicity of exhaust gases at pulsating loading.....	38
Amirov S.F., Juraeva K.K. A study of the errors of the developed sensors measuring forces.....	41
Oshorova V.V., Braginsky S.A., Ivakhnenko A.A., Gogolin S.S. Public control of the organization of road traffic under temporary limitations or termination of vehicle traffic	45
Arifullin I.V., Terent'ev A.V., Tkachev E.I. Present day specificities of shift work scheduling in road freight	50
Braginsky S.A., Gogolin S.S., Oshorova V.V., Trushin R.Yu. Internet technologies as a tool to ensure the quality of delivery in the transport systems of the metropolis	54
Rathkeen L.S. Development of ecological space transport with the help of nanotechnological enterprises	57
Grushnikov V.A. Some preconditions for creating functional intelligent transport systems	60
Varenichev A.A., Gromova M.P., Dugin G.S. The leading role of Northern Sea Way in the development liquefied natural gas transportation.....	65
Penyaz I.M. Information technologies of development and production of composite materials and their application	71
The Information for Authors.....	75

Внимание авторов и читателей!

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СБОРНИКА

(по состоянию на 12.01.2019 г.)

Наукометрический показатель	Значение
Двухлетний импакт-фактор в РИНЦ	0,509
Двухлетний импакт-фактор с учетом цитирования из всех источников	0,733
Пятилетний импакт-фактор в РИНЦ	0,277
Число статей за год в РИНЦ	131

Сборник занимает 38-е место в рейтинге SCIENCE INDEX по тематике «Транспорт».

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ

Доктор техн. наук, профессор **Цыганов В.В.**,
кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник **Савушкин С.А.**
(Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. ИПТ РАН)

REGIONAL INDICATORS OF TRANSPORT SYSTEMS AND SPATIAL DEVELOPMENT

Doctor (Tech.), Professor **Tsyganov V.V.**,
Ph.D. (Phys.-Math.), Senior Researcher **Savushkin S.A.**
(N.S. Solomenko Institute of Transport Problems of Russian Academy of Sciences)

Пространственное развитие, регион, транспорт, обеспеченность, население, экономика, территория, железнодорожный, автомобильный, внутренний водный.

Spatial development, region, transport, security, population, economy, territory, rail, road, inland waterway.

Ставится задача исследования влияния инфраструктурных аспектов на пространственное развитие страны. Определены показатели пространственного развития и транспортной обеспеченности. Предложен принцип сбалансированности пространственного развития. Введен коэффициент сбалансированности, рост которого соответствует более гармоничному пространственному развитию. Проведены расчеты транспортных показателей пространственного развития на основании открытых статистических данных. Показаны возможности использования этих данных для оценки и планирования пространственного развития транспортных систем.

The task is to study the influence of infrastructure aspects on the spatial development of the country. Identified indicators of spatial development and transport security. A balance principle similar to the principle of equivalence is proposed. A balance coefficient has been introduced, whose growth corresponds to a more harmonious spatial development. The calculations of transport indicators of spatial development based on open statistical data. The possibilities of using this data for assessing and planning the spatial development of the transport systems are shown.

Введение

В последние годы особую актуальность приобретают исследования научно-технологических и инфраструктурных аспектов, а также обоснования условий пространственного развития Российской Федерации, в том числе, глубокого комплексного освоения Сибири, Дальнего Востока и Арктики (кратко – Мегарегиона). Пространственное развитие страны тесно связано с ее инфраструктурной обустроенностью.

Основные направления пространственного развития РФ связаны, в первую очередь, с совершенствованием транспортной инфраструктуры (ТИ). Предполагается создание пространственных транспортно-логистических коридоров между Европой и Азией с опорой на Северный морской путь (СМП) и железнодорожные магистрали. Указанные коридоры должны связывать стратегические транспортно-логистические центры (ТЛЦ) в Сибирском (СФО) и Дальневосточном (ДФО) федеральных округах, а также в арктических зонах Уральского (УФО) и Северо-Западного (СЗФО) федеральных округов. Предполагается организация рокадных путей с использованием железнодорожного, автомобильного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта и сети мультимодальных межрегиональных ТЛЦ.

Транспортные сети РФ, в своей основе, имеют выраженную радиальную структуру, с центром в московской агломерации. Недостаток альтернативных межрегиональных маршрутов приводит к значительным экономическим и временным потерям. Следует отметить

неудовлетворительное состояние транспортных сетей даже для хорошо освоенных территорий. Актуальна и проблема сопряжения дорог, без решения которой невозможно получение синергетического эффекта от уже созданной ранее сети.

Глубокое комплексное освоение Мегарегиона невозможно без энергетической инфраструктуры (ЭИ) и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры (ИИ). Их согласованное развитие позволит снизить затраты, необходимые для прогресса экономики и социальной сферы Мегарегиона. ЭИ Мегарегиона должна обеспечивать потребителей, в том числе транспортный комплекс, необходимыми видами энергоресурсов с высокой степенью надежности и по приемлемым ценам. Будучи подсистемой инфраструктурного комплекса, ЭИ должна развиваться темпами, опережающими развитие других видов инфраструктуры Мегарегиона. ИИ Мегарегиона должна обеспечивать население и экономику информацией и телекоммуникациями, строиться на основе отечественных технологий магистральных волоконно-оптических линий связи в сочетании с космической и радиорелейной связью, гармонично вписываться в инфраструктуру РФ.

Основы развития инфраструктуры Мегарегиона

Стратегические документы РФ определяют цели развития инфраструктуры Мегарегиона, ее роль в обеспечении национальной безопасности, социально-экономическом развитии и освоении пространства страны.

В Указе Президента РФ [1] говорится о необходимости повышения уровня экономической связанности территории РФ посредством расширения и модернизации железнодорожной, авиационной, автодорожной, морской и речной инфраструктур. В Послании Президента РФ Федеральному собранию 2018 года [2] говорилось о текущем состоянии, перспективах развития и проблемах транспортной инфраструктуры, препятствующих пространственному развитию страны. Была поставлена стратегическая задача пространственного развития транспортной инфраструктуры для деловой активности, «связанности» РФ современными коммуникациями. Отмечалась роль коммуникаций для социально-экономической интеграции населения, а также необходимость модернизации инфраструктуры. Задачи, поставленные в Послании 2018 года, рассчитаны на долгосрочную перспективу: «Все наши планы строительства и модернизации автомобильных и железных дорог, морских портов, авиасообщений, систем связи нужно нацелить на развитие регионов...». Отмечено также, что для выхода на высокие темпы роста необходимо «снятие инфраструктурных ограничений для развития экономики, для раскрытия потенциала наших регионов» [3].

Проект «Транс-Евразийский Пояс Развития - Интегральная Евразийская Транспортная Система» (ТЕПР-ИЕТС) [4] в настоящее время является наиболее значимым и широко обсуждаемым в научном сообществе проектом пространственного развития РФ. Он направлен на комплексное освоение территории Арктики, Сибири и Дальнего Востока на основе развития инфраструктуры с акцентом на транспортную составляющую.

Для прогнозирования перспектив развития инфраструктуры Мегарегиона необходимо также анализировать международные инфраструктурно-транспортные проекты. Центральное место среди них занимает китайская инициатива создания глобальной транспортной и инвестиционной инфраструктуры «Один пояс, один путь» [5,6], также обсуждаемая в научном сообществе РФ [7]. Она предполагает формирование единого евроазиатского торгово-экономического пространства на основе транспортных коридоров.

Пространственное развитие ТИ, как первоочередное условие прогресса территорий, должно проводиться с учетом социальных, экономических и геополитических вызовов. Для учета этих вызовов, рационального планирования развития транспортной сети требуется адекватная теория и методология, продуманная транспортная политика и современные технологии.

В Институте проблем транспорта им. Н. С. Соло-менко РАН в сотрудничестве с Институтом проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН и другими организациями РАН проводятся исследования возможностей развития ТИ страны. Фундаментальную основу исследований составляет теория больших транспортных систем. Обзор состояния этой теории дан в монографии [8], а также в работах [9-11]. Для разработки ТИ Мегарегиона создан задел фундаментальных и прикладных исследований (сетевая модель транспортной системы [12], концепция интеллектуальной мультимодальной транспортной системы [13], единая цифровая платформа оптимизации числа, местоположения и границ регионального управления транспортом и обеспечивающими его сетями [9,14], цифровой каталог услуг как ключевой элемент цифровой железной дороги [15-17] и др.

Показатели пространственного развития

Разработанные методологические подходы и проекты развития инфраструктуры Мегарегиона можно использовать в системе стратегического планирования РФ, которая сегодня ориентирована на пространственное развитие РФ [18-19]. Направления развития увязываются со стратегическим прогнозированием и пространственным развитием СФО, ДФО и арктических зон СЗФО и УФО.

Объектами исследований пространственного развития, в зависимости от уровня детализации, могут быть федеральные округа, регионы, районы субъектов РФ и другие территориальные образования РФ. Для исследования пространственного развития необходимо выделить множество непересекающихся территориальных образований, полностью покрывающих территорию РФ. Для определенности будем рассматривать в качестве таких территориальных образований регионы – субъекты РФ. Показателями пространственного развития могут быть социально-экономические и инфраструктурные показатели, вычисленные для территориальных образований выделенного множества. Каждый показатель характеризует определенный аспект пространственного развития и степень детализации его исследования.

По назначению показатели можно классифицировать на:

- показатели состояния (статические или медленно меняющиеся показатели, характеризующие потенциальные возможности системы);
- показатели деятельности (динамические или быстро меняющиеся показатели, характеризующие достигнутые результаты).

По характеру вычисления, показатели можно классифицировать на:

- объемные (измеряемые в физических единицах);
- удельные (определяемые отношением показателя-числителя к другому показателю - знаменателю, называемому базой удельного показателя);
- долевыми (определяемые отношением двух однородных (одноаспектных) показателей, в котором числитель характеризует большую степень детализации данного аспекта);
- комплексные.

Объемными показателями пространственного развития могут быть социально-экономические и инфраструктурные показатели населения, экономики, территории или интегральные показатели. Население характеризуется численностью, которая меняется во времени. Кроме того, население делится на городское и сельское, по национальностям, возрастным категориям, статусу и др.

Экономика характеризуется большим числом показателей, например, объемом валового регионального продукта (ВРП), объемами выпусков по видам экономической деятельности и др. Территория характеризуется площадью, которая может меняться вследствие перераспределения от одних образований к другим. Она может различаться по геологическим, климатическим и др. свойствам, например, болота, леса, вечная мерзлота, водные поверхности, земли разного назначения и др.

Картографический метод исследования пространственного развития основан на анализе карт. Их визуальный анализ формирует общее представление о про-

странственном распределении показателей развития, позволяет качественно оценить положение и увидеть количественные соотношения этих показателей для разных регионов.

На рисунке 1 показаны распределения по территории РФ ряда объемных показателей пространственного развития социально-экономической и транспортной сфер.

Для компактности они представлены в виде карт территории РФ с указанием регионов-субъектов РФ (не включены города-субъекты РФ, отсутствуют некоторые данные по Республике Крым). Данные для расчетов и построения карт взяты из [20-22]. Более насыщенный цвет соответствует большему значению показателя, т.е. лучшему пространственному развитию в данном аспекте.

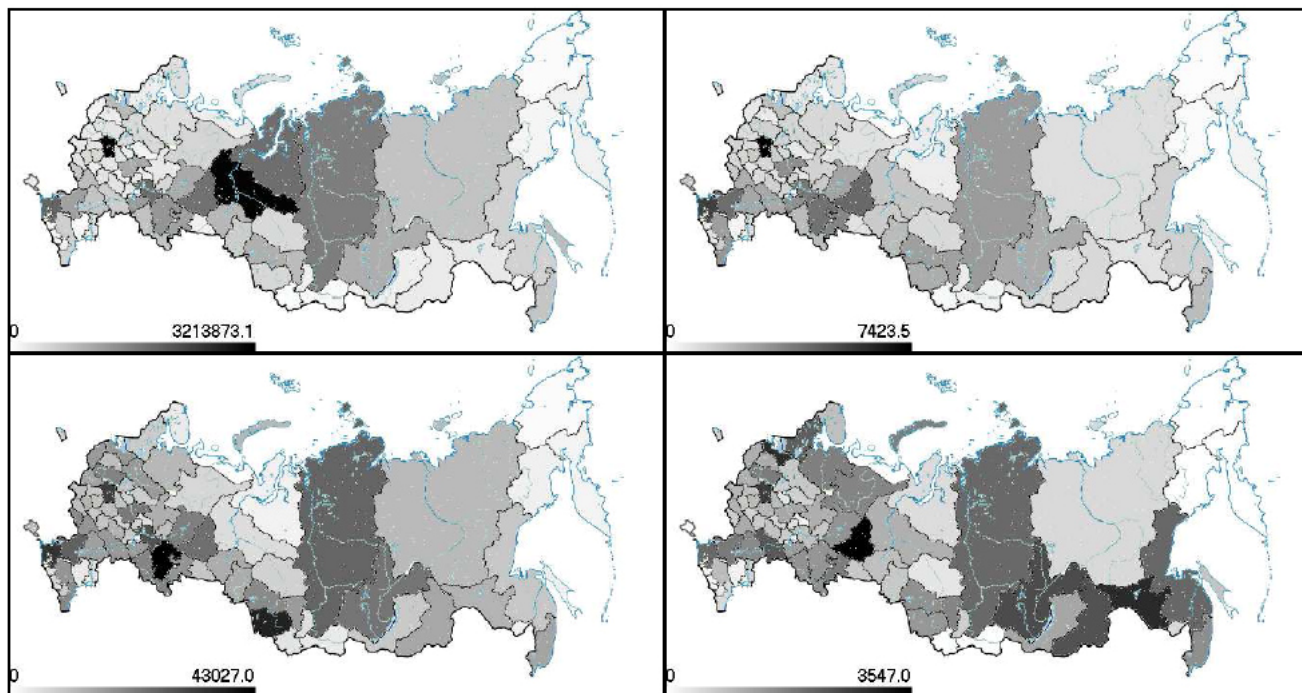


Рис.1. Объемные показатели пространственного развития: слева сверху – валовой региональный продукт (млн.руб.); справа сверху – численность населения (тыс.чел.); слева внизу – общая протяженность автомобильных дорог (км.); справа внизу – эксплуатационная длина железнодорожных путей (км.)

Пространственное развитие ТИ характеризуют и показатели транспортной обеспеченности субъектов РФ. Рассмотрим вопросы их анализа и измерения, виды частных показателей, способы свертки и вычисления интегрального показателя транспортной обеспеченности.

Частные показатели транспортной обеспеченности

Рассмотрим в качестве объектов транспортной обеспеченности регионы – субъекты РФ. Обзор работ российских и зарубежных авторов по тематике определения транспортной обеспеченности приведен в [23,24]. Для оценки транспортной обеспеченности удобны удельные показатели. В качестве базы для расчета удельного показателя могут быть выбраны показатели населенности, экономики, территории или интегральные показатели.

Частный показатель транспортной обеспеченности территориального образования характеризует пространственное развитие определенного вида транспорта (автомобильный, воздушный, железнодорожный, внутренний водный, морской) или транспорта в целом на данной территории. Для его формирования можно использовать характеристики транспортной инфраструктуры и транспортной деятельности.

Например, для характеристики железнодорожной инфраструктуры в большинстве случаев используется эксплуатационная длина путей. Однако этот полезный показатель не учитывает число путей и, следовательно, не поможет оценить влияние таких мероприятий разви-

тия, как строительство дополнительных путей. Для этого требуется показатель развернутой длины путей. Для характеристики автотранспортной системы нужно учитывать классификацию автодорог и показатели протяженности дорог отдельных классов. Для внутреннего водного транспорта имеет значение общая длина водных путей, протяженность водных путей с гарантированными габаритами судового хода, для обоих видов водного транспорта - число и производительность речных и морских портов.

Обозначим показатель пространственного развития транспорта в регионе через x . Тогда частный показатель транспортной обеспеченности социально-экономического развития региона по показателю x рассчитывается по формуле:

$$v=x/a, \quad (1)$$

где a – показатель региона, используемый для оценки его социально-экономического развития [23-25]. Обычно в качестве знаменателя формулы (1) используется один из объемных показателей населенности, территории или экономики.

Интегральный показатель транспортной обеспеченности территориального образования характеризует обеспеченность всего региона, включая население, территорию и экономику, определенным видом транспорта или транспортом в целом. Он вычисляется по аналогии с формулой (1), но при этом в качестве знаменателя используется среднее геометрическое двух или трех

соответствующих показателей. В литературе такого рода показатели связывают с именами Энгеля, Успенского, Гольца [24,25]. Например, для вычисления интегрального показателя транспортной обеспеченности может быть использована формула:

$$v = x / \sqrt[3]{a_S a_P a_E}, \quad (2)$$

где a_S , a_P и a_E – показатели площади, населенности и экономики региона, соответственно.

В качестве примера, рассмотрим такой транспортный показатель пространственного развития региона (x), как общая протяженность автодорог. В качестве базы данного удельного показателя (a) рассмотрим несколько вариантов: а) площадь региона; б) численность населения; в) ВРП (как показатель уровня экономики), г) среднее геометрическое трех вышеназванных показателей. В случаях а), б), в) вычисления частных показателей производятся по формуле (1), в случае г) вычисление интегрального показателя производится по формуле (2).

Были проведены расчеты транспортной обеспеченности регионов РФ по данным, взятым из [20]. Полученные в результате соответствующих расчетов по формулам (1) и (2) показатели транспортной обеспеченности региона показали, что наиболее обеспеченным автомобильными дорогами на душу населения оказался Чукотский автономный округ (АО), для которого этот показатель более чем в 3 раза превышает показатель ДФО и более чем в 4 раза – средний показатель по РФ. Такой высокий показатель Чукотского АО вызван малой численностью его населения. Такой усредненный показатель по региону не дает представления об обеспеченности отдельных групп населения, живущих в отдельных его районах. Для этого необходимо более детальный анализ территорий региона. Наиболее обеспечена автомобильными дорогами на единицу регионального ВРП экономика Республики Тыва, показатель которой более чем в 4 раза превышает средние показатели СФО и РФ в целом, и более чем в 7 раз – показатель Чукотского АО.

Расчеты обеспеченности территорий показывают также низкие значения показателей обеспеченности автомобильными дорогами на единицу площади северных, сибирских и дальневосточных территорий РФ, которые в десятки раз ниже, чем у субъектов РФ с наилучшими показателями. Среди последних выделяются города – субъекты РФ, а также Республика Ингушетия и Московская область [20].

Низкие значения транспортной обеспеченности площадей северных и восточных регионов вызваны обширностью и слабой освоенностью их территорий.

Комплексные транспортные показатели

Комплексный показатель транспортной обеспеченности территориального образования характеризует пространственное развитие ТИ с учетом разных видов транспорта, используемых на этой территории. При формировании этого показателя, можно использовать стоимостные и натуральные показатели транспортной деятельности в соответствующем регионе (например, грузообороты видов транспорта). Эти показатели косвенно характеризуют возможности ТИ и, следовательно, транспортную обеспеченность региона. Необходи-

мо учитывать, что их значения зависят не только от возможностей ТИ, но и от социально-экономической обстановки (например, от спроса на продукцию, являющуюся грузовой базой регионального транспорта).

Обозначим n – число видов транспорта в регионе. Показатель эффективности ТИ i -го вида транспорта будем оценивать по формуле $q_i = y_i/z_i$, где y_i – показатель i -го вида транспорта, z_i – показатель ТИ i -го вида транспорта, $i = \overline{1, n}$. Обозначим \bar{q}_i нормативное значение показателя эффективности ТИ i -го вида транспорта, $i = \overline{1, n}$. В качестве \bar{q}_i можно, например, использовать среднее значение показателя эффективности ТИ i -го вида транспорта, его максимальное значение или другое фиксированное значение. Комплексный показатель, характеризующий результативность ТИ региона, вычисляется по формуле:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \bar{q}_i h_i, \quad (3)$$

где h_i – показатель i -го вида транспорта, $i = \overline{1, n}$. Используя показатель \bar{x} в качестве числителя в формуле (1), можно рассчитать комплексный показатель транспортной обеспеченности региона.

Рассмотрим, например, в качестве показателей h_i , $i = \overline{1, n}$ следующие показатели: h_1 – эксплуатационная длина железнодорожной сети, h_2 – протяженность автодорог с твердым покрытием, h_3 – количество аэропортов, h_4 – длина водных путей с гарантированными габаритами судового хода, h_5 – количество морских портов. В качестве \bar{q}_i , $i = \overline{1, n}$ примем: \bar{q}_1 – нормативный грузооборот на единицу эксплуатационной длины железных дорог, \bar{q}_2 – нормативный грузооборот на единицу длины автодорог, \bar{q}_3 – нормативный грузооборот на один аэропорт, \bar{q}_4 – нормативный грузооборот на единицу длины водных путей с гарантированными габаритами судового хода, \bar{q}_5 – нормативный грузооборот на один порт для морского транспорта. Тогда комплексный показатель (3) характеризует результативность ТИ региона с точки зрения грузооборота всех видов транспорта. Как и ранее, в качестве показателя социально-экономического развития региона (a), последовательно рассмотрим а) площадь региона; б) численность населения; в) ВРП, г) среднее геометрическое трех вышеназванных показателей. Результаты соответствующих расчетов по формулам (1) и (2) (данные для расчетов взяты из [20,21]) обеспеченности региона всеми видами грузового транспорта показали низкие значения показателя обеспеченности северных, сибирских и дальневосточных территорий РФ. Аналогично можно вычислить комплексный показатель, характеризующий результативность ТИ региона с точки зрения пассажирооборота всех видов транспорта и затем, используя его, рассчитать соответствующий комплексный показатель транспортной обеспеченности региона.

Для соизмерения вклада грузового и пассажирского транспорта в транспортную обеспеченность регионов в качестве комплексного транспортного показателя вычисляется показатель приведенной продукции транспорта w по формуле:

$$w = g + kp, \quad (4)$$

где g – грузооборот, p – пассажирооборот, k – коэффициент перевода пассажиро-километров (пассажиро-км) в тонно-километры (ткм). Коэффициент k определяется соотношением себестоимости перевозок одного ткм и одного пассажиро-км. На железнодорожном транспорте коэффициент k в большинстве случаев принимает значение 2 [26].

Долевые показатели пространственного развития

Для оценки пространственного развития определенного вида транспорта используются долевые показатели, формируемые как внутривидовые транспортные показатели территориального образования в сопоставлении с нормативным (например, максимальным, целевым или средним) его уровнем.

Например, показателем развития внутреннего водного транспорта может быть доля водных путей с гаран-

тированными габаритами судового хода в общей протяженности водных путей. Показатель обеспеченности воздушным транспортом – доля числа действующих аэродромов от общего числа аэродромов в регионе [27]. Показателем обеспеченности автотранспортной системы может быть, например, доля суммарной протяженности автодорог с твердым покрытием в общей их длине. Наряду с показателями транспортной обеспеченности, характеризующими состояние регионов, важны также показатели, характеризующие возможности и целесообразность улучшения этого состояния. Например, показатель, характеризующий возможности развития водного транспорта в регионе, может быть вычислен как доля водных поверхностей в общей площади регионов. Результаты расчетов этих показателей показаны на рис.2.

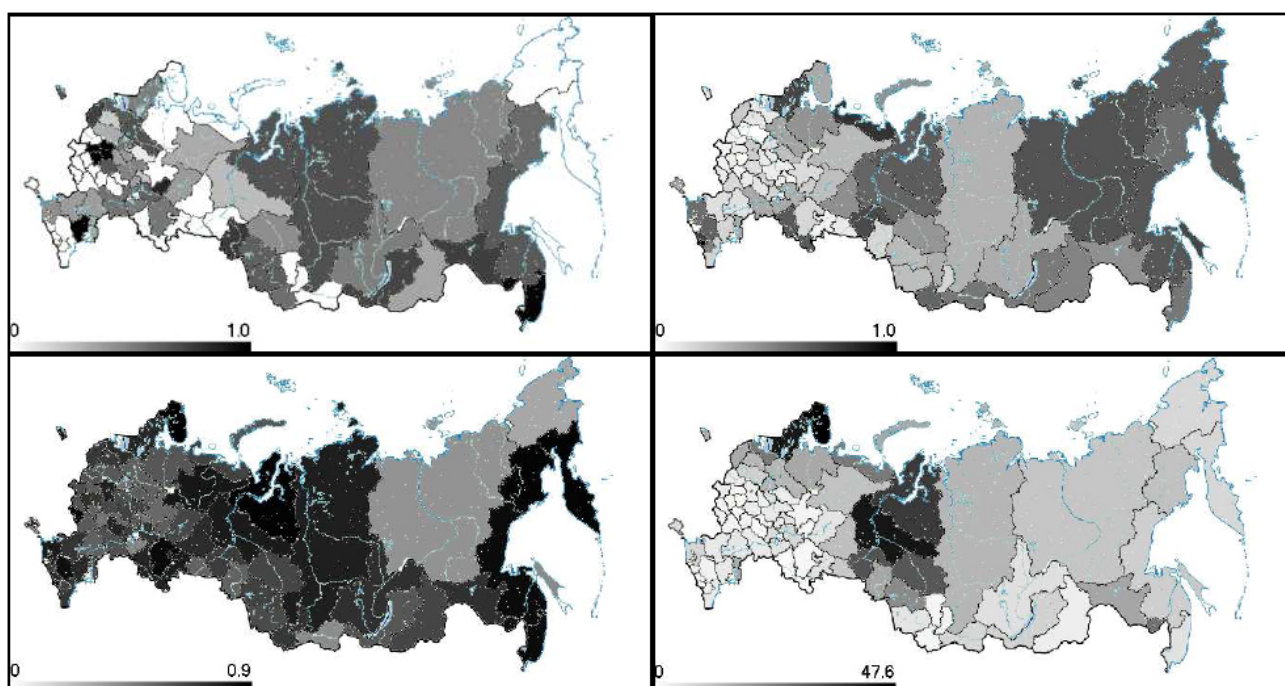


Рис.2. Долевые показатели пространственного развития: слева сверху – доля водных путей с гарантированными габаритами судового хода в общей протяженности водных путей; справа сверху – доля числа действующих аэродромов от общего числа аэродромов; слева внизу – доля длины автодорог с твердым покрытием в общей длине автодорог; справа внизу – доля водных поверхностей в общей их площади

Сбалансированность показателей

Рассмотрим стратегию пространственного развития, основанную на принципе его равномерности, подобно принципу равнотермности [8,9]. При этом следует сбалансировать развитие регионов в разных аспектах. Для этого введем коэффициент сбалансированности

$$r = x_{min}/x_{max}, \quad (5)$$

где x_{min} и x_{max} – соответственно, минимальные и максимальные значения показателя (x) на множестве регионов. Чем ближе значение коэффициента сбалансированности к 1, тем меньше различия в развитии регионов в данном аспекте, определяемом показателем (x).

Пользуясь полученными выше результатами (см. рис.1, 2), можно рассчитать коэффициенты сба-

лансированности показателей пространственного развития регионов. В таблице 1 показаны коэффициенты сбалансированности некоторых показателей, упорядоченные по их убыванию. При выборе показателей было учтено наличие или отсутствие судоходных водных путей и действующих аэродромов в регионах европейской части РФ. Железнодорожные пути отсутствуют в Ненецком АО, Республике Тыва, Камчатском крае, Магаданской области, Чукотском АО. Практически отсутствуют сельскохозяйственные угодья в Чукотском АО (8600га на 72148100га общей площади). Различия значений коэффициента сбалансированности указывают направления выравнивания транспортной обеспеченности и пространственного развития ТИ Мегарегиона.

Коэффициенты сбалансированности показателей пространственного развития

Показатель	Максимальное значение	Минимальное значение	Коэффициент сбалансированности
Доля длины автодорог с твердым покрытием в общей длине автодорог	0,946	0,321	0,339
Обеспеченность автодорогами населения, км/тыс. чел.	45,133	4,19	0,093
Доля водных путей с гарантированными габаритами судового хода в общей протяженности водных путей	1,0	0,086	0,086
Доля числа действующих аэродромов от общего числа аэродромов	1,0	0,036	0,036
Обеспеченность автодорогами региона	13,61	0,27	0,020
ВРП, млрд.руб.	3213,87	41,77	0,013
Эксплуатационная длина железнодорожных путей, км.	3547,0	39,0	0,011
Доля водных поверхностей в общей площади	0,476	0,005	0,011
Обеспеченность грузовым транспортом экономики, ткм./тыс.руб.	329,65	3,16	0,010
Обеспеченность автодорогами экономики, км/млрд.руб.	176,59	1,37	0,008
Обеспеченность грузовым транспортом региона	22,96	0,14	0,006
Общая протяженность автодорог, км.	55577,62	331,68	0,006
Численность населения, тыс. чел.	7423,5	43,9	0,006
Обеспеченность грузовым транспортом населения, тыс.ткм./чел	104,27	0,60	0,006
Обеспеченность автодорогами территории, км/тыс. кв.км.	1286,0	1,88	0,001
Обеспеченность грузовым транспортом территории, тыс.ткм./кв.км.	1,404	0,001	0,001

Из таблицы, в частности, видно, что показатели обеспеченности автодорогами населения, экономики и интегральный показатель более сбалансированы, чем показатель обеспеченности автодорогами территории, что подтверждает вывод, сделанный на основе визуального анализа рисунков.

Расчет вышеуказанных показателей транспортной обеспеченности позволяет проанализировать и оценить ситуацию в сфере пространственного развития ТИ Мегарегиона и наметить направления инвестиций. При этом комплексные показатели позволяют сделать это быстро, но в общих чертах. Расчеты частных удельных и внутривидовых долевых показателей позволяют проводить более детальный анализ и оценку.

Коэффициенты сбалансированности показателей транспортной обеспеченности полезны при оценке и планировании пространственного развития ТИ Мегарегиона. Следуя вышеописанному подходу, можно выбрать показатель ТИ и рассчитать коэффициенты сбалансированности, рост которых соответствует равномерному пространственному развитию ТИ.

Мероприятия пространственного развития

На практике планирование мероприятий пространственного развития ТИ производится на основании анализа текущего состояния и прогноза потребностей населения и экономики. При этом необходимо учитывать наиболее разбалансированные удельные и долевые показатели.

Для сбалансированного развития транспортной инфраструктуры Сибири и Дальнего Востока необходима существенная модернизация Транссиба и БАМа, совершенствование автомобильной и железнодорожной сетей для перевозочного процесса, а в перспективе - строительство ВСМ «Евразия».

Формирование в Мегарегионе опорной сети железных и федеральных автомобильных дорог должно быть подкреплено развитием сети региональных и местных

дорог, связанной с указанными дорогами, аэропортами, морскими и речными портами. Это обеспечит надежную круглогодичную связь населенных пунктов с опорными городами Мегарегиона, беспрепятственные подъезды к населенным пунктам регионов, рост транспортной доступности и повышение качества жизни в селах и малых городах.

Для освоения Арктики необходимо развитие СМП и освоение побережья Северного ледовитого океана. Для освоения Мегарегиона важно не только прохождение транзитных транспортных коридоров, но и наличие ответвлений от него, имеющих региональное или местное значение.

Для достижения поставленных целей необходима эффективная организационная система стратегического управления развитием инфраструктурного комплекса Мегарегиона, включающая соответствующую организационную структуру, а также механизмы её функционирования. В условиях неопределенности, эта система должна быть адаптивной к изменениям, самоорганизующейся и прогрессивной – раскрывающей потенциал заинтересованных лиц в обществе, государстве и бизнесе.

Заключение

Важнейший фактор пространственного развития РФ - инфраструктурная обустроенность. Для прорывного глубокого освоения Сибири, Дальнего Востока и Арктики, эффективного функционирования пространственных транспортно-логистических коридоров требуется создание и развитие единого инфраструктурного комплекса Мегарегиона.

ТИ соединяет города, регионы, территории между собой, обеспечивает транспортную связанность страны, служит основой для развития экономики и социальной сферы, включения России в мировые хозяйственные связи. Услуги, оказываемые с помощью ТИ, должны обеспечить транспортную доступность самых отдален-

ных территорий, безопасные и комфортные условия проживания и мобильности населения, условия для развития экономики и работы международных транспортных коридоров, проходящих по территории страны.

Транспортную обустроенность пространства России характеризуют показатели пространственного развития транспортной инфраструктуры. С их помощью можно, во-первых, оценить развитие транспорта на определенной территории. Во-вторых, используя соответствующие ресурсы и стимулы, в процессе пространственного развития можно добиться равной транспортной обеспеченности территорий, т.е. ликвидировать транспортную дискриминацию.

Планирование пространственного развития требует анализа и оценки множества показателей, важнейшими из которых являются показатели транспортной обеспеченности. Их расчет позволяет проанализировать и оценить ситуацию в сфере пространственного развития регионов России, и наметить направления инвестиций. Важным критерием пространственного развития должна стать сбалансированность показателей транспортной обеспеченности.

С применением описанных вычислительных методов сформулированы долгосрочные цели, задачи, концепция и требования к инфраструктуре Мегарегиона, выработаны рекомендации по стратегическому инфраструктурному планированию, в том числе разработаны конкретные мероприятия по развитию инфраструктуры и предложения, связанные с влиянием Мегaproекта на стратегические документы в сфере развития пространства и инфраструктуры РФ. Эти рекомендации вытекают из анализа роли и места инфраструктуры Мегарегиона в пространственном развитии страны, а также её отражения в системе стратегического планирования РФ, в т.ч. в Транспортной стратегии РФ, Стратегии развития железнодорожного транспорта и Стратегии развития холдинга «РЖД».

Для дальнейшей разработки и реализации инфраструктуры Мегарегиона нужно проведение циклов «фундаментальные исследования - прикладные разработки - методы и методики – алгоритмы – программы – внедрение». Для этого целесообразно формирование соответствующей Комплексной программы фундаментальных исследований и прикладных разработок инфраструктуры ТЕПР-ИЕТС.

Литература

1. Указ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» 2018-05-07 17:00:00.
2. Послание Президента РФ Федеральному Собранию РФ (1 марта 2018 года). [Электронный ресурс]. -URL: <http://kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/53379> (дата обращения: 28.10.2018)
3. Послание Президента РФ Федеральному Собранию РФ (20 февраля 2019 года). [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/53379> (дата обращения: 12.03.2019)
4. Газета Поиск. 27.04.2018. Волчкова Н. Ученые объединились, чтобы конструировать будущее. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.poisknews.ru/theme/innovation/35414/> (дата обращения: 20.09.2018)

5. Проект "Один пояс, один путь". Досье/ ТАСС. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/v-strane/4801537> (дата обращения: 20.09.2018)
6. Волкова С.А. Инициатива Китая «Один пояс - один путь» для укрепления экономических связей между востоком и западом // СНИ ВИНТИ РАН. Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. - №7. - С 52-59.
7. Новый Шелковый путь и его значение для России / под ред. В.Е. Петровского (отв. ред.), А.Г. Ларина (сост.), Е.И. Сафроновой. - М., 2016
8. Цыганов В. В., Малыгин И. Г., Еналеев А. К., Савушкин С. А. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза. - СПб: ИПТ РАН, 2016. - 216с.
9. Цыганов В.В., Еналеев А.К., Савушкин С.А. Показатели сложности организационных структур управления транспортными сетями//СНИ ВИНТИ РАН. Транспорт: наука, техника, управление. - 2015. - №11.- С.6-16
10. Цыганов В. В., Савушкин С. А. Каталог услуг в адаптивном организационном управлении транспортными структурами //СНИ ВИНТИ РАН. Транспорт: наука, техника, управление. – 2017. - №12. - С.3-10
11. Савушкин С.А., Цыганов В.В. Каталог услуг в клиентоориентированном управлении транспортной компанией / Труды десятой международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем MLSД'2017". - М.: ИПУ РАН, 2017. Т.1.- С. 455-465
12. Tsyganov V. Large Scale Multi-Agent Railway Corridors. Proceedings of 15th IFAC Symposium on Large Scale Complex Systems. Delft, Netherlands, May 26-28, 2019. Elsevier Ltd, 2019.
13. Malygin I., Komashinsky V., and Tsyganov V. International Experience and Multimodal Intelligent Transportation System of Russia / Proceedings of 2017 Tenth Conference «Management of Large-Scale System Development. Moscow: IEEE, 2017. pp. 1-5. [Электронный ресурс]. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8109658/> DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109658.
14. S. A. Savushkin, "Equalization of Management Complexities of Transport Networks," 2018 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD, Moscow, Russia, 2018, pp. 1-5. DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551787
15. Аветикян М.А., Цыганов В.В., Савушкин С.А., Единый каталог услуг Холдинга «РЖД» как ключевой элемент цифровой железной дороги // Железнодорожный транспорт. – 2017. - №8. - С.13-17.
16. Tsyganov V. and Savushkin S. Optimization of the Service Catalog of a Large-Scale Corporation / Proceedings of 2017 Tenth Conference «Management of Large-Scale System Development». - Moscow: IEEE, 2017. - P.1-5. [Электронный ресурс]. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8109699/> DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109699.
17. Tsyganov, V. and Savushkin, S. (2018). Intellectual Catalog of Digital Rail Transport Services. In Global Smart Industry Conference. IEEE, Chelyabinsk, Russia. DOI: 10,0509/GloSIC.2018.8570150
18. Малыгин И.Г., Белый О.В., Кибалов Е.Б., Малов В.Ю. Фундаментальные проблемы единого транспортного пространства России / Глава в монографии «Фундаментальные проблемы пространственного развития РФ: междисциплинарный синтез». Под ред. В.М. Котлякова. - М.: Медиа-Пресс, 2013. - С. 306-330.

19. Фундаментальные проблемы единого транспортного пространства: монография / Малыгин И.Г., Белый О.В., Куватов В.И., Барина Л.Д., Забалканская Л.Э., Стариченков А.Л. - СПб.: ИПТ РАН. 2012. - 111 с.
20. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. - М., 2017. -1402 с.
21. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень, январь-декабрь 2016 года. - М: Минтранс РФЮ, 2017
22. Транспорт в России 2009: Стат.сб./ Росстат.- М., 2009. - 215 с.
23. Береснев А.Е., Морачевская К.А., Шендрик А.В. Оценка обеспеченности транспортной сетью Районов Красноярского края // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского/ География. Геология. - 2017. - Том 3 (69). - №3.Ч.1. - С. 12–22.
24. Чибряков Я. Ю. Развитие картографического метода для исследований железнодорожной сети России: дисс. на соиск. уч. ст. кандидата технических наук. – Москва, 2015.
25. Дабиев Д.Ф., Дабиева У.М. Оценка транспортной инфраструктуры макрорегионов России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 11-2. – С. 283-284; [Электронный ресурс]. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7726> (дата обращения: 28.12.2018)
26. Железнодорожные вагоны. Введение в дисциплину. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vagoni-jd.ru>. (дата обращения: 30.09.2018)
27. Сервис maps.aopa.ru [Электронный ресурс]. URL: (<https://maps.aopa.ru/#lon/79.332443/lat/66.148573/z/4/ll/af/bl/gm>) (дата обращения: 30.09.2018)

Сведения об авторах

Цыганов Владимир Викторович, д.т.н., профессор, зав. отделом ИПТ РАН

Тел. моб. 8-968-655-8520

E-mail: v188958@akado.ru.

Савушкин Сергей Александрович, к. ф.-м. н., с.н.с., вед. научн. сотр. ИПТ РАН

Тел. моб 8-909-155-9369

E-mail: ssavushkin@mail.ru.

Почтовый адрес Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН - ИПТ РАН: 199178, СПб, 12-я линия ВО, д.13, 4 этаж.

Тел.: +7(812) 323-29-54

E-mail: info@iptran.ru.

О ПРИНЦИПАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Кандидат техн. наук, доцент **Черняев И.О.**
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

PRINCIPLES OF IMPROVEMENT OF THE RUSSIAN LEGISLATION IN THE VEHICLES TECHNICAL CONDITION CONTROL SPHERE

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Chernyaev I.O.**
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Техническое состояние, транспортное средство, контроль технического состояния, предрейсовый контроль, технический осмотр, безопасность дорожного движения.

Vehicle technical condition, vehicle technical inspection, vehicle pretrip control, road safety, traffic safety.

В статье рассмотрены недостатки российского законодательства, определяющие высокий уровень аварийности по фактору «техническое состояние транспортных средств». Рассмотрены вопросы, связанные с систематизацией видов контроля технического состояния транспортных средств в эксплуатации. Затрагиваются аспекты использования и сопоставления между собой нормативных документов, устанавливающих требования к техническому состоянию транспортных средств. Для каждого вида контроля технического состояния выполнен краткий обзор существующих недостатков и предложены возможные пути их устранения.

The article deals with the shortcomings of the Russian legislation that determine the high level of accident rate on the factor of "technical condition of vehicles". The questions connected with systematization of types of control of technical condition of vehicles in operation are considered. The aspects of use and comparison between themselves of the normative documents establishing requirements to technical condition of vehicles are touched upon. For each type of control of technical condition, a brief overview of the existing shortcomings is made and possible ways to eliminate them are proposed.

Техническое состояние транспортных средств (ТС), по данным официальной статистики, занимает последнее место в перечне причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [1]. Малая доля соответствующего вида ДТП – например, 3,8% по итогам 2018 года [1] – приводит к тому, что о данной причине вспоминают только после резонансных автокатастроф [2], позволяет различным «специалистам» говорить вообще об отмене мероприятий по предупреждению ее возникновения [3].

Весомость фактора «техническое состояние ТС» определяется не количеством ДТП, а тяжестью их последствий, наибольшей по сравнению с другими факторами – удельное количество погибших в ДТП из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств в 1,5...3 раза больше, чем в среднем по всем видам ДТП [4, 5].

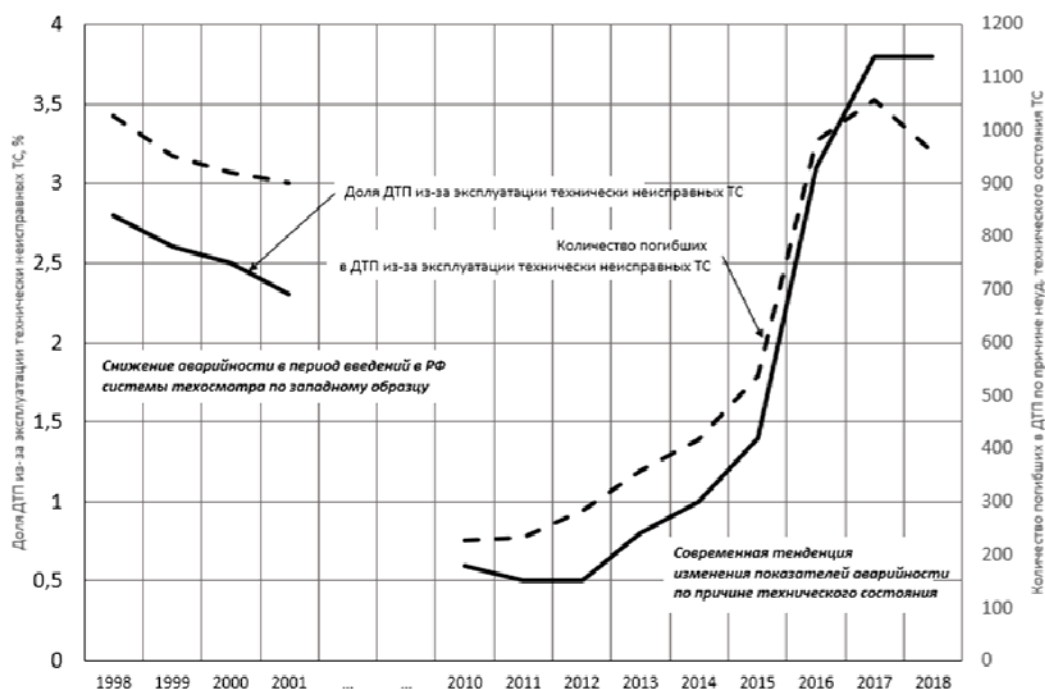


Рис. 1. Изменение аварийности по фактору «техническое состояние ТС»

Именно это обстоятельство должно быть мотивирующим при формировании и реализации мероприятий системы контроля технического состояния ТС в эксплуатации. Но современная тенденция аварийности по фактору «техническое состояние ТС», проиллюстрированная графиком на рисунке 1, позволяет говорить о том, что оно участникам системы, видимо, неизвестно.

Положительный эффект от внедрения в Российской Федерации в 1998 году современной европейской нормативной базы и соответствующих технологий контроля технического состояния ТС спустя 20 лет оказался полностью перечеркнутым. По причине начавшегося с 2012 года «взрывного» роста ДТП из-за эксплуатации технически неисправных ТС дополнительно произошло вплоть до 7 тыс. ДТП, в которых погибли до 1700 и получили ранение до 10 тыс. человек, что в денежном выражении может быть оценено в 64 млрд. руб. ущерба для экономики страны [6].

В 2018 году негативная тенденция прекратилась. В то же время, данные одного года не позволяют пока утверждать, что это явление не временное. На это обращают внимание и профильные специалисты, понимающие необходимость поиска мер, способных сохранить появившиеся положительные изменения [7].

Процесс поиска данных мер со стороны государства активно идет, что подтверждает рост частоты внесения изменений в законодательство в сфере безопасности дорожного движения (БДД):

- интенсивность потока законодательных инициатив по коррекции правил дорожного движения (от 5 до 10 в течение года), отслеживать которые не успевают не только автовладельцы, но и специалисты, даже вынудила Госавтоинспекцию ввести временный мораторий на изменения ПДД [8];

- в конце декабря 2018 года вступила в действие новая редакция статьи 20 Федерального закона от 10.12.95 г. «О безопасности дорожного движения» № 196-ФЗ, устанавливающая основные требования по обеспечению БДД, предъявляемые к юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям (ИП) и, в новой редакции, теперь и к физическим лицам;

- с 1 марта 2019 года Федеральным законом от 30.10.18 г. № 386-ФЗ возвращается лицензирование всех перевозок автобусами;

- за прошедший год вступил в действие и уже был отменен и заменен новым порядок организации и проведения предрейсового и предсменного контроля технического состояния ТС (приказ Минтранса от 08.08.18 г. № 296);

- с 1 февраля 2018 года вступил в действие межгосударственный ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки», отменивший аналогичный морально устаревший ГОСТ Р 51709-2001;

- в феврале 2018 года подверглись коррекции, направленной на приведение в соответствие с действующими нормативными документами, Правила проведения технического осмотра ТС;

- в декабре 2018 года первое чтение прошел законопроект № 529143-7, предусматривающий ужесточение требований к процедуре технического осмотра [8].

Кажущееся избыточным перечисление изменений законодательства приведено не случайно. Оно иллюстрирует, с одной стороны, масштабы необходимых изменений, а, с другой стороны, современный механизм их реализации, заключающийся исключительно в поиске и устранении отдельных пробелов законодательства без решения проблемы принципиально на системном уровне. Это позволяет говорить о необходимости формулирования, в первую очередь, принципов совершенствования законодательства в сфере контроля технического состояния ТС в эксплуатации.

Первым из данных принципов является необходимость вовлечения в данный процесс не только законодаторов, но и профессионалов, в том числе – непосредственно лиц, осуществляющих эксплуатацию ТС.

Первое направление вовлечения – профессиональные консультации. Их отсутствие часто приводит к тому, что реализация принятых законов превращается в профанацию, которая показывает, что всё исполняется и всё хорошо. Но на самом деле плюсов не получает никто - ни пользователи, ни государство [9].

Второе направление вовлечения – информирование и мотивация эксплуатирующих организаций. Как показывает практика, не все их представители (и тем более индивидуальные автовладельцы) осознают необходимость и представляют состав нормативной базы контроля технического состояния ТС в эксплуатации, что негативно сказывается на реализации предусмотренных ею мероприятий. В связи с этим ниже на рисунке 2 приведен вариант классификации существующих сегодня в РФ видов контроля технического состояния ТС в эксплуатации.

Классификация основана на положениях Федерального закона от 10.12.95 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (статьи 16, 17 и 18). Виды контроля, представляющие собой вложенные циклы, отличаются по назначению и исполнителям. Так, предрейсовый (предсменный) контроль и контроль после технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) выполняются лицами, эксплуатирующими ТС, и представляют собой эксплуатационный контроль [10], результаты которого используются для принятия решений в производственной деятельности. Технический осмотр выполняется организациями, сторонними по отношению к эксплуатирующим, и представляет собой «контроль, осуществляемый специально уполномоченными лицами с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля», т. е. инспекционный контроль [10].

Для обоснования следующих принципов совершенствования законодательства в сфере контроля технического состояния ТС в эксплуатации, необходимо привести краткий анализ реализации каждого из указанных видов контроля.

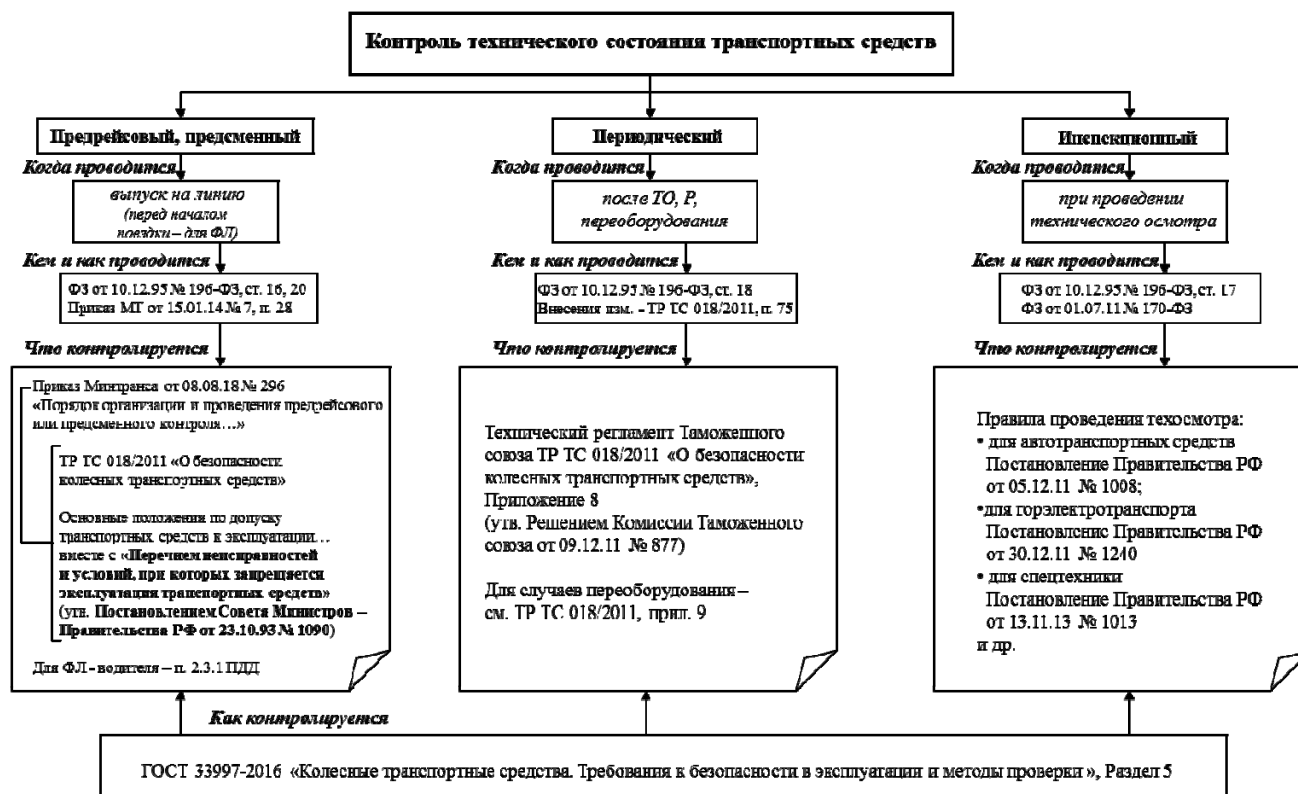


Рис. 2. Вариант классификации видов контроля технического состояния ТС в эксплуатации

Об источниках требований к техническому состоянию

Анализ нормативных документов (см. рис. 2) показывает, что для каждого вида контроля технического состояния используется свой источник (источники) требований к нему. В свою очередь, содержащиеся в этих источниках требования отличаются не только по составу (количеству), что, в принципе, обосновано различным назначением видов контроля, но и по содержанию (устанавливают различные допустимые значения одних и тех же параметров).

Так, применяющиеся при предрейсовом (предсменном) контроле «Основные положения по допуску...» имеют ссылки на отмененный ГОСТ Р 51709-2001 и используют морально устаревшую классификацию типов транспортных средств («легковые», «грузовые», «автобусы»), не в полной мере соответствующую современной «европейской классификации» (категории М, N, O).

О существовании вступившего в действие 4 года назад (с 01.01.15 г.) Технического регламента Таможенного союза ТО ТС 018/2011 юридические лица и ИП узнали только в конце 2017 года, после вступления в действие начавшей ссылаться на него первой версии «Порядка проведения предрейсового контроля...». Хотя применение технического регламента наиболее логично именно при «периодическом» контроле в практике повседневной работы технических служб автохозяйств. Основная причина этого в том, что за неисполнение требований ТР ТС 018/2011 не предусмотрено никакой ответственности.

При проведении технического осмотра ТС в качестве источников требований к техническому состоянию используется ряд постановлений Правительства (с учетом особенностей подвижного состава), основные из которых приведены на рис. 2. Следует отметить, что данные

документы в своих текстах уже имеют ссылки на ТР ТС 018/2011. Но содержащийся в них перечень требований минимален, что может не обеспечивать необходимую полноту контроля.

Отдельным вопросом является источник методов проверки требований к техническому состоянию, соблюдение которых является гарантией корректности и повторяемости результатов контроля. В существующей системе в качестве документа, устанавливающего методы проверки, можно назвать ГОСТ 33997-2016, но официально с другими источниками требований к техническому состоянию он до сих пор не связан. Таким образом, одним из существенных недостатков действующей системы контроля технического состояния ТС в эксплуатации можно назвать разрозненность источников требований к техническому состоянию, их противоречия в отдельных вопросах и отсутствие однозначности в установлении методов их проверки. Для устранения этого недостатка можно рекомендовать использование в качестве основного источника требований ТР ТС 018/2011, с обоснованием изменения перечня требований для каждого вида контроля.

О предрейсовом (предсменном) контроле технического состояния ТС

Самым существенным недостатком данного вида контроля до недавнего времени являлось отсутствие порядка его проведения. Специалисты говорили о необходимости документа, который бы однозначно устанавливал перечень требований, контроль которых необходим при выпуске, нормировал временные затраты и регламентировал перечень необходимых средств технического диагностирования. До сих пор решение этих вопросов отдано «на откуп» эксплуатирующим организациям, которые в современных условиях подходят к нему часто только с позиции экономии ресурсов.

25.12.2017 вступил в действие утвержденный приказом Минтранса от 06.04.2017 № 141 «Порядок организации и проведения предрейсового контроля технического состояния транспортных средств». Менее чем через год, 15.12.2018, его сменил приказ Минтранса от 08.08.2018 № 296 с аналогичным названием. Однако и тот и другой приказы дали ответы только на «бумажно-бюрократические» вопросы, касающиеся квалификационных требований к контролерам технического состояния, правильности оформления путевых листов и ведения журнала регистрации результатов предрейсового (предсменного) контроля.

На их примере напрашивается иллюстрация часто встречающейся сейчас подмены понятий. В 2018 году в путевых листах надо было ставить отметку «прошел предрейсовый контроль технического состояния», а в 2019 году надо будет – «контроль технического состояния транспортного средства пройден». От этого транспортные средства не станут исправнее, но все знают, что инспекторы на дороге в первую очередь будут обращать внимание на данную фразу, выписывая штрафы на 30000 руб. юридическим лицам за нарушение требования проведения предрейсового контроля. И в этом вся суть современных реформ.

Вопросы «по существу», касающиеся требований, контроль которых в реальном масштабе времени действительно можно осуществить при выпуске ТС, а также методов контроля и наличия необходимого оборудования, продолжают оставаться без ответа. В итоге, контролеры технического состояния, ставя подписи в путевом листе, вынуждены расписываться о соответствии ТС такому объему требований, для проверки которого при выпуске ТС они не имеют ни технической, ни организационной возможности.

Существуют мнения, что принимаемые нормативные документы ориентированы в основном на крупные хозяйствующие субъекты, в распоряжении которых находится больше ресурсов, способных обеспечить соответствие вновь вводимым требованиям, и не ориентированы на малый бизнес со всеми вытекающими для него последствиями. Делается это сознательно, или разработчики документов просто не могут или не хотят анализировать современные особенности автотранспортной отрасли, характеризующиеся разукрупнением предприятий [11], также остается неясным. Если же разработка современных нормативных документов основывается на логике эксплуатации 30-летней давности, то почему при разработке порядка предрейсового (предсменного) контроля не были учтены положения РД-200-РСФСР-15-0179-83 [12], дающего исчерпывающие ответы практически на все обозначенные выше вопросы.

О контроле технического состояния транспортных средств после технического обслуживания и ремонта (ТО и Р)

Данный вид контроля косвенно предусмотрен статьей 18 Федерального закона от 10.12.95 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения». Однако сфера ТО и Р ТС является наименее регулируемой. В законе содержится, а приказом Минтранса от 15.01.14 № 7 подтверждено [13] требование проведения работ по ТО и Р в соответствии с нормами, правилами и процедурами, устанавливаемыми заводами-изготовителями. После выполнения работ техническое состояние должно соот-

ветствовать требованиям безопасности, «что подтверждается соответствующим документом».

Никаких дополнительных расшифровок законодательство не дает. Отмена обязательной сертификации услуг по ТО и Р и отсутствия ответственности за неисполнение требований ТР ТС 018/2011, делает результаты выполнения ТО и Р неконтролируемыми с точки зрения обеспечения безопасности дорожного движения.

О контроле технического состояния ТС при техническом осмотре

Данная тема не нуждается в дополнительных комментариях. Она затронута во множестве материалов различных авторов, которые анализируют как несовершенство законодательства, регулирующего сегодня организацию и проведение технического осмотра ТС [14, 15], так и отрицательное влияние его положений на безопасность дорожного движения [6], которое является следствием перехода автовладельцев на покупку диагностических карт без проведения техосмотра [7]. Анализ функциональной структуры системы технического осмотра показывает, что необходимые функции реализованы в ней всего на 66%, а обратные связи и ключевые блоки принятия решения отсутствуют [15].

Профессиональное сообщество операторов технического осмотра с оптимизмом оценивает прошедший первое чтение законопроект, предусматривающий ужесточение требований к процедуре проведения технического осмотра, введение ее видеofиксации, выездные проверки пунктов технического осмотра при аккредитации и пр. [8]. Однако его вступление в действие требует подготовки как со стороны автовладельцев, так и со стороны самих операторов технического осмотра [16, 17].

Не многие автовладельцы смогут назвать адрес реального пункта технического осмотра, на который надо будет предъявить для осмотра транспортное средство. И много ли пунктов технического осмотра, работающих сегодня в «спящем» режиме с одним техническим экспертом, не имевшим последние несколько лет серьезной практики. И такие пункты не готовы к реальной работе с полным использованием пропускной способности.

Выводы

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать отсутствие единого подхода к формированию системы контроля технического состояния транспортных средств в эксплуатации. Это, видимо, является следствием непонимания структурами, имеющими отношение к данной задаче, системных принципов ее решения.

Следствие этого – несогласованность нормативной базы, размытость требований, эпизодические и разрозненные мероприятия по ее совершенствованию, приводящие, в конечном итоге, к непониманию участниками, реализующими предусмотренные системой мероприятия, смысла и цели их реализации. Итог – низкое качество или отсутствие реализации данных мероприятий и рост аварийности по фактору «техническое состояние транспортных средств».

Частично смягчить существующие проблемы в сфере контроля технического состояния транспортных средств в эксплуатации позволят сформулированные по результатам приведенного выше анализа следующие

основные принципы совершенствования законодательства:

- вовлечение в процесс совершенствования законодательства не только законодотворцев, но и профессионалов, в том числе – непосредственно лиц, осуществляющих эксплуатацию ТС;

- учет готовности участников системы к реализации вновь вводимых требований, определение механизмов обеспечения данной готовности;

- объединение мероприятий по обеспечению надлежащего технического состояния транспортных средств в эксплуатацию в единую систему;

- установление базового источника требований к техническому состоянию с обоснованием объемов его требований, используемых при различных видах контроля, а также источника методов контроля данных требований;

- разработка корректного и реализуемого на практике регламента предрейсового (предсменного) контроля технического состояния ТС;

- применение принципа масштабируемости, учитывающего различные объемы ресурсов у крупных автохозяйств с подвижным составом в несколько сотен единиц и у индивидуальных предпринимателей с парком в несколько единиц ТС;

- принципиальное изменение законодательства в сфере технического осмотра ТС, разделяющее контроль технического состояния и страховой бизнес;

- рассмотрение возможности возврата к обязательной сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту ТС.

Литература

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. – Госавтоинспекция. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения 26.01.2019)

2. Водитель автопоезда проведет 4,5 года в колонии за гибель шести человек на Урале – ТАСС. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ural-news/3685241> (дата обращения 26.01.2019)

3. Законопроект № 616362-5 «О внесении изменения в Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств..."» - Автоматизированная система обеспечения законодательной деятельности. [Электронный ресурс]. URL: [http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/\(Spravka\)?OpenAgent&RN=616362-5&02](http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/(Spravka)?OpenAgent&RN=616362-5&02) (дата обращения 26.01.2019)

4. Мороз С. М. Диагностирование при государственном техническом осмотре и техническом обслуживании автомобилей. – М.-Н. Новгород: НГТУ, 2002.-330 с.

5. Черняев И.О. Методика обеспечения качества контроля технического состояния транспортных средств в региональных системах государственного технического осмотра. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург. 2006 г. 220 с.

6. Черняев И.О. Система технического осмотра транспортных средств: итоги 5 лет реформ // Автотранспортное предприятие. 2016. № 6. С 2-6.

7. Как снизить число ДТП из-за неисправных автомобилей – Российская газета. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2018/09/28/kak-snizit-chislo-dtp-iz-za-neispravnosti-avtomobilej.html> (дата обращения 26.01.2019)

8. Законопроект № 529143-7 – Система обеспечения законодательной деятельности. [Электронный ресурс]. URL: <http://sozd.duma.gov.ru/bill/529143-7> (дата обращения 26.01.2019)

9. От «суверенного Интернета» нет пользы никому. Это просто кипячение океана. – Фонтанка.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fontanka.ru/2019/01/08/014/> (Дата обращения: 14.01.2019).

10. ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005367> (дата обращения 14.01.2019)

11. Лаврентьев Е.В., Веревкин Н.И., Черняев И.О. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий как средство повышения безопасности дорожного движения. // Журнал «Транспорт Российской Федерации» (Санкт-Петербург) № 1(56)/2015, с. 52-55

12. Министерство автомобильного транспорта РСФСР. Техническое управление. РД-200-РСФСР-15-0179-83. Руководство по организации технологического процесса работы службы технического контроля АТП и объединений.

13. Приказ Минтранса России от 15.01.2014 N 7 «Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом...». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164216/ (дата обращения 14.01.2019)

14. Куликов Ю.И., Пугачев И.Н. Государственный технический осмотр – залог безотказной работы автомобильного транспорта // Автотранспортное предприятие. – 2014. - № 8 – С. 8-13

15. Черняев И.О. Модель функциональной структуры системы контроля технического состояния транспортных средств. // Известия Международной академии аграрного образования. -2017.- №35.- С. 193-198

16. Арифиллин И.В., Терентьев А.В., Аллакин А.А. Метод оценки качества эксплуатации автотранспортных средств // Транспорт: наука, техника, управление. - 2018. - №11. – С.58-61

17. Арифиллин И.В., Терентьев А.В. Анализ природы факторов влияния внешней среды на сроки эксплуатации автомобилей // Транспорт: наука, техника, управление. - 2019. - №1. – С.47-50

Сведения об авторе

Черняев Игорь Олегович, зав. кафедрой технической эксплуатации транспортных средств, к.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

E-mail: chernyaev@rambler.ru.

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Доктор экон. наук, профессор **Персианов В. А.**
(Государственный университет управления)

MATHEMATICAL TRAINING OF SCHOOLCHILDREN AND STUDENTS IN THE TRANSITION TO THE DIGITAL ECONOMY

Doctor (Econ.), Professor **Persianov V.A.**
(State University of Management)

Образование, математика, кибернетика, формальная логика, цифровая экономика, ЕГЭ.

Education, mathematics, cybernetics, formal logic, digital economy, unified state examination.

В статье рассматривается вопрос, чему и как учить, полвека назад поставленный академиком АН СССР Л. Понтрягиным. Автор статьи в краткой форме излагает свою точку зрения по основным аспектам решения этой важной проблемы, выделяя следующие вопросы: постановка преподавания математики и строй мышления учащихся, постановка преподавания математики и гармонизация социальной сферы, формальная логика и содержательный системный анализ, что дала математизация экономической науке. В выводах отмечается, что формализация и бюрократизм не дают ожидаемых результатов, а нередко причиняют невосполнимый ущерб образованию и науке.

The article deals with the question of what and how to teach, set by an academician of the USSR Academy of Sciences L. Pontryagin half a century ago. The author of the article briefly states his point of view on the main aspects of solving this important problem, highlighting the following issues: the formulation of teaching mathematics and the system of thinking of students, the formulation of teaching mathematics and the harmonization of the social sphere, formal logic and meaningful systems analysis, what the mathematic gave to economic science.. The conclusions indicate that formalization and bureaucracy do not give the expected results, and often cause irreparable damage to education and science.

В связи с переходом к новой парадигме управления экономикой, основанной на цифровых технологиях, актуализируются проблемы преподавания математики в школах и математической подготовки выпускников высших учебных заведений. Снова встает вопрос - чему и как учить, возникший несколько десятилетий назад и продолжавшийся в годы увлечения экономической кибернетикой. В тот период это тоже был инновационный проект, наполненный цифрами и числами, как и будущая «цифровая экономика».

Как инженер путей сообщения и научный работник я хорошо знаю, что советский транспорт в использовании математического аппарата и приемов экономической кибернетики не только не отставал, но даже опережал другие отрасли народного хозяйства. Вспоминаются серьезные разработки в области оптимизации грузопотоков в транспортных сетях с использованием метода линейного программирования и различных его модификаций. Много внимания в транспортных вузах уделялось изучению теории массового обслуживания, теории графов и других методов исследования транспортных систем. Сегодня, в условиях конкуренции на транспортных рынках, разработки по вопросам использования прикладной математики в управлении транспортом почему-то оказались забытыми. Аналогичная ситуация сложилась с оптимизацией проектно-плановых решений на основе применения математического аппарата в других отраслях экономики. В чем и где надо искать причины недостаточного внимания вопросам эффективного использования математического аппарата в условиях перехода к цифровой экономике, является важной проблемой.

Вопрос о математике и ее преподавании в школе в достаточно острой форме был поставлен полвека назад в главном партийном журнале СССР академиком Л. Понтрягиным [1]. Статья серьезная, но сегодня, к сожалению, забытая, как и многие модели экономической кибернетики. Главным недостатком в преподавании математики и использовании математического аппарата в экономических исследованиях академик считал формализм и безответственность в постановке математического образования. Позиция математика Л. Понтрягина – позиция не только авторитетного ученого, но и мужественного человека и патриота, была сегодня продолжена И. Нефедоровым («Игра в бисер»), не пожелавшим замалчивать неблагоприятное положение в сфере математической подготовки подрастающего поколения в постсоветской школе [2]. Вместе с тем, нельзя не отметить, что эта статья по существу не касается одного из главных аспектов проблемы – ее мировоззренческой стороны. Вопрос в действительности гораздо шире и глубже обо всей нашей школе, включая высшую, которая все более заболевает формализмом. Это обсуждается в статье Л. Понтрягина и продолжается сегодня в публикации И. Нефедорова. Речь идет о качестве человеческого материала, который она формирует – с начала 1990-х годов - со все большей оглядкой на Запад и под его указующим перстом. Следовательно, речь идет о будущем России. Небезразличен и тот факт, что вопрос этот имеет прямое отношение и к некоторым тревожным тенденциям в постановке всей нашей общественной жизни.

Переход к новому Федеральному образовательному стандарту (ФГОС) предполагает качественно новый

подход к образованию. Главной его целью становится развитие личности учащегося, его способность самостоятельно ставить и решать жизненно важные практические задачи, понимать свое призвание и оценивать свои достижения. «Нужно, чтобы дети, по возможности, учились самостоятельно, а учитель руководил этим самостоятельным процессом и давал для него материал» - в этих словах К.Д. Ушинского - суть современного подхода к обучению, в основе которого должен лежать принцип системного, широкого взгляда на цели и задачи образовательной деятельности.

В «Концепции развития математического образования в РФ», утвержденной правительством РФ в декабре 2013 года отмечается: «Изучение и преподавание математики, с одной стороны, обеспечивают готовность учащихся к применению математики в других областях, с другой стороны, имеют системообразующую функцию, существенно влияют на интеллектуальную готовность школьников и студентов к обучению, а также на содержание и преподавание других предметов» [3].

Сегодняшние социально-экономические условия требуют от системы высшего образования подготовки конкурентоспособного специалиста, обладающего необходимыми профессиональными компетенциями, обладающего актуальными знаниями, стремящегося к самообразованию, способного адаптироваться к новациям и производить их. Эти требования были учтены в новых Федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования, методологической основой которых является компетентный подход. Каждая учебная дисциплина образовательной программы формирует определенные общекультурные и профессиональные компетенции. Особую роль здесь играют дисциплины математического и естественнонаучного цикла. Подготовка студентов ведется сегодня по новым основным образовательным программам, в связи с этим возникли серьезные проблемы в преподавании математических дисциплин.

Переход на новые программы сопровождается снижением желания и навыков абитуриентов в самостоятельной познавательной деятельности вообще и математической грамотности в особенности. Это приводит к разрыву между возможностями большого числа студентов и высокими требованиями рабочих программ. Выпускающие кафедры обеспокоены отчислением студентов с младших курсов из-за плохой успеваемости по математике. Многие настаивают на серьезной корректировке в содержании и методике преподавания математики, высказывая зачастую весьма спорные, противоречивые и неконкретные требования [4,5,6,7].

Какими должны быть приоритеты в преподавании математики и других учебных дисциплин в школьных и вузовских программах - ответ нужно искать в области целеполагания и сотрудничества ученых, руководителей научно-образовательных учреждений и государственных ведомств. Это сотрудничество и должно стать тем нашим «общим делом», о котором в свое время писал наш соотечественник, философ Николай Федоров [8].

Сегодня перед научными работниками сферы просвещения и народного образования в широком смысле (и школьного, и высшего) поставлена задача иметь как можно больше публикаций, которые индексированы (за деньги россиян!) в зарубежных базах данных (например, Scopus). Задача странная, опасная и противореча-

щая тем установкам, которые дает Президент В.В. Путин, имея в виду нашу самодостаточность, суверенность в самом широком смысле этого слова. И услышать «добро» в зарубежных публикациях о наших научных разработках (за наши же деньги!) - не только не престижно, но даже унизительно.

Ниже в сжатой форме излагаются суждения автора по отдельным сторонам этой исключительно важной проблемы.

1. Постановка преподавания математики в российских школах, формирующего чуждый нам строй мышления учащихся

В годы рыночных реформ утвердился подход к преподаванию математики, с одной стороны, чрезмерно абстрактный, с другой – пропитанный «коммерческой смекалкой». Он исходит из односторонней трактовки самого существа этой науки и уводит мышление учащихся в сторону искаженных представлений о призвании науки, справедливом жизнеустройстве и правилах жизни.

С самого начала нужно подчеркнуть, что было бы глупо и нелепо выступать, например, против математики и углубления математических знаний учащихся. Речь идет о спекуляциях на математике, захлестнувших в последние десятилетия и среднюю, и высшую школу, и научную литературу по многим отраслям знания. Не потому ли Г. Греф (один из стратегов перспективного развития России) недавно сообщил, что он на посту руководителя крупнейшего банка страны не нуждается в услугах математиков.

Опасность эту хорошо осознавал Л.Н. Толстой, писавший в ответе крестьянину «О ложной науке» (1909г.): «Наукой в наше время считается и называется, как ни странно это сказать, знание всего на свете, кроме того одного, что нужно знать каждому человеку для того, чтобы жить хорошей жизнью...Люди властвующего класса хорошо знают, что живы они только до тех пор, пока царствует их ложная наука и скрыта настоящая, что только встань на то место, на котором стоит теперь ложная наука, истинная, - и конец их царству». При этом граф уточнял, что истинная наука, нужная всем людям, «и коротка, и проста, и понятна» [9, с.261].

На сегодня сложились две математики: истинная, насчитывающая тысячелетия и имеющая неисчислимые заслуги перед человечеством (она по праву носит название «королевы наук»), и паразитирующая на ней ложная, абстракционистская, представляющая собой по существу форму проникновения в нашу образовательную среду чуждого России строя мышления и жизни.

Многочисленные факты и письма родителей с критикой ЕГЭ, тестов и других образовательных инноваций неопровержимо доказывают, что основные понятия математики и других наук, особенно экономики, формируемые в нынешних учебниках на искусственно усложненном, заумном языке, в большинстве своем не могут быть усвоены школьниками и студентами, да и вообще здравомыслящим человеком; они не могут быть легко и эффективно приложены к решению многих жизненных практических задач. Следовательно, учащиеся обрекаются на зубрежку без глубокого понимания предмета, учатся рассуждать по поводу решения задач в абстрактной постановке, а не решать реальные практические задачи. С первых классов школа таким способом начинает воспитывать и развивать у учеников

«деловую» пассивность и казуистическую активность. Такая ориентация в образовании неизбежно приведет (и уже приводит) к отрицательным социально-психологическим последствиям: прививает учащимся чувство неполноценности, неуверенность в своих силах, которую приходится искусно маскировать, порождает цинизм и лицемерие. Нельзя отрицать, что многие преподаватели математики в вузах, обладающие здоровым складом мышления и добросовестным отношением к своему учительскому делу, сегодня чувствуют невозможность изменить заумное и практически бесполезное содержание новых учебников, ориентирующих учащихся на овладение, например, теорией множеств, теорией хаоса и другими подобными теориями формальной логики.

Защитники сложившейся на сегодня системы преподавания математики и других математизированных дисциплин (например, экономики) ссылаются на пример США и других стран с развитой рыночной экономикой. На наш взгляд, эта ссылка неосновательна. В США и других странах Запада преподавание математики представляет собой составную часть общего подхода к образованию как к сфере бизнеса. Обучение платное и осуществляется оно фрагментарно, далеко не всегда полноценно и растягивается сознательно на многие годы - вплоть до выхода на пенсию. Такой подход неприемлем для нашей образовательной практики, прежде всего, по принципиальным идеологическим соображениям, хотя наше государство и считается деидеологизированным. Видеть в опыте США или Англии «последнее слово» в постановке преподавания математики и других учебных дисциплин – значит проявлять, по меньшей мере, наивность, если, конечно, за этим не кроется определенный корыстный смысл.

2. Постановка преподавания математики и углубление социального неравенства

Невозможность постижения учащимися современного школьного курса математики вызвало к жизни возникновение и бурный расцвет «черного рынка» репетиторства. Сложилось совершенно нелепое, ничем и никак не обоснованное положение, когда учащийся, пручившись одиннадцать лет в школе, так и не может освоить курса, а потом с помощью репетитора за короткий срок все-таки преодолевает препятствия на пути к математической грамотности. Остается предположить, что либо подавляющая часть преподавателей математики в школах профессионально слаба, либо репетиторы – не обычные люди, а чудодеев, маги и волшебники. За математиками потянулись химики, физики, биологи, экономисты и т.д. Сейчас школьные учителя на уроках в основном только проверяют, что знает и умеет ученик, и определяют направление его дальнейшего обучения - такая у них задача. Репетиторство сместилось с вузовских преподавателей на школьных, знакомых лучше с требованиями ЕГЭ.

Такое репетиторство приводит, прежде всего, к перераспределению национального дохода в пользу «самозанятых». Современный репетитор берет с одного ученика за урок немалые деньги (до тысячи и более рублей в час), а в группе у него – не один ученик, и групп – тоже не одна. В масштабах страны репетиторы ежегодно зарабатывают многие миллионы рублей, и осуждать их за это трудно: в школах и вузах не хватает рабочих мест. Значительный неконтролируемый рост

доходов репетиторов порождает коррупцию и заставляет смотреть на репетиторство как на вполне нормальную, неизбежную форму «доучивания», не замечая, что она постоянно выливается в некую тенденцию управления образованием и наукой со стороны тех, кто использует искусственно создаваемые проблемы и перекосы в математической подготовке школьников в корыстных целях.

Но посмотрим на репетиторство с точки зрения наших социальных принципов. Современное репетиторство – явление почти исключительно городское, преимущественно даже столичное, во всяком случае, наблюдаемое в основном в крупных центрах. На селе репетиторов практически нет. Это значительно снижает возможности выпускников сельских школ поступить в ведущие вузы. С другой стороны, появляются случаи, когда городские школьники едут в село заканчивать сельскую школу и сдавать там ЕГЭ, поскольку в селе и контроль слабее, и «договориться» о сдаче ЕГЭ проще. А в некоторых вузах есть квоты для выпускников сельских школ.

Но если дело пойдет так и дальше, то это реально будет означать рост социального неравенства в нашем социально ориентированном (по Конституции РФ) государстве и нарушение морально-этических принципов в сфере образования.

Не является ли система преподавания, предполагающая в качестве своего неизбежного дополнения массовое репетиторство, ущемлением гражданских прав, особенно права на бесплатное образование? Не создает ли оно почву для злоупотреблений при поступлении выпускников школы в вузы?

Утверждение абстрактного подхода к школьному образованию проходило в обстановке широкой «математизации» преподавания общественных и гуманитарных наук в вузах. Экзамен по математике стал главным при поступлении в вузы даже по таким специальностям, как экономическая география, история, биология, химия и т.п. В учебных планах университетов по экономической специальности математические дисциплины и сейчас занимают достойное место. Доминирующее же положение занимают разного рода «околонедежерские» дисциплины, «компетентностный подход» с нагромождением слов («знать», «уметь», «владеть» по каждой надуманной неудобоваримой компетенции). На сторонников традиционных, проверенных жизнью методов обучения незаслуженно навешивают ярлыки рутинеров и невежд. Все это привело к недопустимому положению, когда небольшая группа «инноваторов» заняла, по существу, монопольное положение в постановке народного образования, в подготовке программ и учебников, нередко весьма слабых.

3. Формализм вытесняет содержательный, конкретный, по-настоящему научный подход к образованию

Формально-логический подход успел распространиться и на сферу научных исследований, затронув чуть ли не все области современного знания, включая такие общественные науки, как политика, философия, эстетика и др. Всюду бурно расцвела имитация научной деятельности под флагом «применения математических методов». Некоторые области знания, даже весьма далекие от математики (например, экономика), наряду с линейным и другими видами математического про-

граммирования, захлестнула волна теории вероятностей. Вместо анализа экономических проблем, по существу, велись дискуссии о характере распределения вероятностей, спорили о достоинствах тех или иных моделей, алгоритмов и блок-схем, и почти всегда без учета многих социальных, политических и даже чисто экономических факторов. Математика, имевшая всегда своим объектом пространственные формы и количественные отношения, стала занимать место идеологии. Уже нередко авторов исследований в таких областях знания, как биология, лингвистика и т.п. стали упрекать в недостаточном применении математических методов. Конкретных, содержательных исследований с практическим решением вопросов становилось все меньше. Формировалась, как бы, некая метанаука - «системология» на абстрактном математическом фундаменте. Слово «система» сегодня употребляется повсеместно и чаще всего всуе: целостных, по-настоящему системных объектов с переходом к рынку у нас становится все меньше и меньше. В печати все чаще стали появляться ошеломляющие мысль выражения: «управление формированием личности» вместо «формирование личности», «управление качеством» вместо «повышение качества» и т.п. Все это не просто слова, а свидетельство ложного мышления, неверного отображения действительности в научных разработках. Вместе с падением интереса к изучению объективных закономерностей развития общества и практического их использования все отчетливее проявляется желание на формально-логической основе «управлять» абсолютно всем, как будто природа и общество познаны окончательно и остается решить лишь проблему управления ими. Это мешает прогрессу в развитии подлинной научной теории управления, в совершенствовании практики управления. Нельзя не замечать связи между распространением формализма в преподавании экономических и других учебных дисциплин и ухудшением управления в отраслях экономики.

Вопрос о методологических основах науки управления требует самостоятельного серьезного рассмотрения и обсуждения, но и сейчас очевидно, что интенсивная кибернетизация общественных наук, поиски «оптимальных» экономико-математических моделей не принесли в свое время ожидаемого эффекта. И академик Л. Понтрягин в своей статье весьма тонко подметил эту бесплодность «математической» мистификации практических задач [1].

4. Что дала математизация экономической науке

Поветрие глобальной псевдоматематизации всего и вся полвека назад больше всего затронуло экономические науки. В условиях плановой экономики ученые-экономисты спешили обогнать друг друга в приложении методов математического программирования для решения вопросов оптимального размещения производства и даже оптимального развития народного хозяйства в целом. В качестве примеров того, что из этого получается, вспомним статью кандидата экономических наук Ф. Гурвича [10], интересную своим обращением к многомиллионному читателю, и книгу А.Г. Гранберга [11], утвержденную сорок лет назад в качестве учебного пособия по специальности «Экономическая кибернетика».

Сложнейшая социальная проблема при социализме - размещение производительных сил, связанная с со-

стоянием хозяйственного механизма, пониманием критерия экономической эффективности производства, а главное - с постепенным решением проблем ликвидации существенных различий между городом и деревней, умственным и физическим трудом, укреплением обороноспособности страны - сводилась Ф. Гурвичем к несложной проблеме составления математических моделей, рассчитанных на получение максимальной прибыли. «Модели» Ф. Гурвича и его коллег в равной мере были применимы и в СССР, и в Уганде, и в США, поскольку совершенно не учитывали конкретных особенностей той или иной страны, отдельных ее районов, конкретных особенностей момента, под давлением которых приходится реально принимать решения по размещению производства, населения и т.д. Кроме того, за рамками «моделей» оставались экологический фактор, условия жизни людей и множество других соображений, на деле значащих гораздо больше, чем «приведенные затраты» - главный критерий оптимизации в тот период.

В книге А.Г. Гранберга сложнейшая социальная задача также рассматривалась как простое приложение математики и кибернетики к совершенствованию планирования и управления общественным производством. Автор видел трудности лишь в составлении уравнений, якобы обеспечивающих получение максимума экономической эффективности, и технике их решения. Забывая при этом, что генеральный критерий оптимизации социалистической экономики - не просто минимум затрат или максимум материальных благ на душу населения. Главное - новый человек, высший уровень развития человека, соединяющего в себе (согласно учению классиков марксизма и программе коммунистической партии СССР) физическое совершенство, высший уровень культуры и образованности, высокую духовность и т.д.

В то же время, в экономических исследованиях существует обширная сфера для приложения математики, для компьютеризации многих рутинных операций (кстати, именно на эту сферу в странах с развитой рыночной экономикой и было в первую очередь устремлено внимание менеджеров). Но эта работа, которая могла бы дать большой и быстрый реальный эффект, не особенно привлекает сегодня и нашу экономическую науку, и потребителей ее разработок - отечественный бизнес: тут требуется конкретное знание дела, тут нужен упорный труд. Любая практическая задача, особенно крупномасштабная, должна решаться методом «конкретного анализа, конкретной ситуации» (по Гегелю).

И последнее. Пусть это не покажется странным, но математизация не ограничилась сферой экономики, но распространилась и на всю сферу обществоведения, где формализм особенно нетерпим. Нельзя не обратить внимание на то, что в середине 1980-х годов в практике общественно-политической работы и других видов деятельности все более заметное место стали занимать сводки, анкеты, таблицы, плакаты, данные социологических исследований и чуть ли не автоматизированные системы управления, а живая конкретная содержательная организаторская работа незаметно отходила на второй план. И это не случайно. Псевдоматематизация отраслей экономики уже сформировала у многих руководителей ложное поле сознания, и поэтому подмена живой работы ее графическим и табличным отображением воспринималась не как недостаток, а как про-

гресс, движение в ногу со временем. Этот вопрос также нуждается в специальном рассмотрении, но опасность абстракционизма (в дополнение к обычному рутинному формализму) существует в данной области и сегодня.

Выводы

Постановка преподавания математики и использование экономико-математического инструментария в управлении производством, складывавшаяся в последние 50-60 лет (косыгинская экономическая реформа, горбачевская перестройка, ельцинская реструктуризация и т.д.), не отвечают современным требованиям и условиям социально-экономического развития России. Формализм и бюрократизм, охватившие сегодня разные сферы знания и хозяйственной деятельности, обычно выливается в спекуляцию на модной теме, что часто не приносит никакой пользы, а нередко причиняет невосполнимый вред образованию и народному хозяйству. Главное же в том, что они порождают безответственность, создают неверное представление о путях и методах решения актуальных практических задач.

На наш взгляд, целесообразно:

- восстановить в средней школе оправдавшую себя в прошлом систему преподавания математики, нацеливающую учащихся на овладение необходимыми навыками в использовании математического аппарата при решении реальных практических задач;
- убрать «псевдоматематические» фильтры для выпускников средней школы, поступающих на экономические, биологические, филологические и другие подобные факультеты вузов, повысив одновременно требования к подготовке абитуриентов по главным профилирующим дисциплинам избранного факультета (специальности);
- внести изменения в учебные планы вузов по указанным выше гуманитарным специальностям, устранив в них гипертрофию математических дисциплин и усилив одновременно подготовку по основным профилирующим дисциплинам данного факультета или специальности;
- ограничить применение экономико-математических методов в исследовательской и плано-проектной практике разумными рамками;
- учесть идеологические, культурно-исторические и духовно-нравственные особенности России как государства и населяющих его народов при разработке школьных и вузовских учебников и учебных программ.

Поэтому вопросы повышения качества школьного образования и подготовки кадров в вузах заслуживают самого пристального внимания, обсуждения и принятия ответственных решений на высоком государственном уровне.

Основной задачей обучения математике в общеобразовательной школе должно стать обеспечение прочного и сознательного овладения учащимися системой базовых математических знаний и навыков, необходимых в повседневной жизни и трудовой деятельности каждому члену общества.

Литература

1. Понтягин Л. О математике и качестве ее преподавания [Текст] /Л. Понтягин //«Коммунист», 1980. – №14.
2. Нефедоров И. «Игра в бисер» (о преподавании математики в школе) [Текст] /И.Нефедоров //«Завтра», февраль 2019. – №6(1313).
3. Концепция развития математического образования в РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (дата обращения: 29.03.2019).
4. Пивоварова Н.В. Системно-деятельностный подход в преподавании математики в условиях введения ФГОС нового поколения [Текст]/ Н.В. Пивоварова// Научный альманах. - 2016. – № 3-2 (17). – С. 256-261.
5. Филиппова С.Ю. Современные методы преподавания математики [Текст]/С.Ю.Филиппова, О.Б. Евсеева, И.А. Нейман // Проблемный и ноосферный подходы в реализации методов современного образования для устойчивого развития цивилизации: материалы XV Московской международной конференции «Образование в XXI веке – глазами детей и взрослых», 2016. –С. 38-39.
6. Кривошеева Н.А. Компетентностный подход и актуальные проблемы преподавания математики в вузе [Текст] /Н.А. Кривошеева //Современные методологические и психологические аспекты преподавания естественнонаучных дисциплин: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией А.В. Поликанова, 2016. – С. 25-29.
7. Косыбаева У.А. Особенности преподавания математики в современной школе в рамках концепции личностно ориентированного обучения [Текст] / У.А. Косыбаева, Н.К.Медеубаев, Д.К. Шегирова, М.А. Оразгалиева //Молодой ученый. - 2016. – № 8 (112). – С. 973-977.
8. Федоров Н. Философия общего дела/ Н. Федоров. – М.: Эксмо, 2008. – 752 с. – ISBN978-5-699-28019-3.
9. Толстой Л.Н. О ложной науке [Текст] / Полн.собр.соч.,т.ХХ. – М.:Изд.товар.И.Д.Сытина, 1913. – С.261.
10. Гурвич Ф. Как размещают предприятия [Текст] / Ф.Гурвич// Наука и жизнь. - 1980. – №3.
11. Гранберг А.Г. Математические модели социальной экономики [Текст] / А.Г.Гранберг. – М.: Экономика, 1979.

Сведения об авторе

Персианов Владимир Александрович, д.э.н., профессор, кафедра «Управление транспортно-экспедиционным обслуживанием» ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», Москва, 109542, Рязанский проспект, 99. Тел. 8-962-903-97-79 (моб.) E-mail: p-val@yandex.ru

**МАТЕРИАЛЬНЫЕ ПОТОКИ В МАКРОЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ:
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ**

Доктор экон. наук, профессор **Куренков П.В.**
(Российский университет транспорта. РУТ - МИИТ)
Кандидат воен. наук, доцент **Левкин Г.Г.**,
Кандидат техн. наук, доцент **Мочалова С.В.**
(Омский государственный университет путей сообщения)
Кандидат экон. наук, доцент **Серяпова И.В.**
(Самарский государственный университет путей сообщения. СамГУПС)
Кандидат техн. наук, доцент **Солоп И.А.**
(Ростовский государственный университет путей сообщения. РГУПС)

**MATERIAL FLOWS IN MACRO-LOGISTICS SYSTEMS:
SYSTEMATIZATION AND CLASSIFICATION**

Doctor (Econ.), Professor **Kurenkov P.V.**
(Russian University of Transport. RUT - MIIT)
Ph.D. (War.), Associate Professor **Levkin G.G.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Mochalova S.V.**
(Omsk State University of Communications)
Ph.D. (Econ.), Associate Professor **Seryapova I.V.**
(Samara State University of Communications. SSTU)
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Solop I.A.**
(Rostov State University of Communications. RSTU)

Материальный поток, логистика, транспорт, терминология, цепь поставок.

Material flow, logistics, transport, terminology, supply chain.

В статье проведена сравнительная характеристика прямых, возвратных и обратных материальных потоков при их перемещении в макрологистических системах и предложены отдельные уточнения формулировки видов материальных потоков. Проанализированы возвратные потоки транспортных систем различных видов транспорта.

In the article the comparative characteristic of direct, return and return material flows at their movement in macro-logistics systems is carried out and separate refinements of the formulation of types of material flows are offered. Return flows of transport systems of different types of transport are analyzed.

Введение

Логистика как научное направление возникла благодаря выделению в качестве объекта управления материального потока с сопутствующими информационными, финансовыми и сервисными потоками. В традиционном понимании материальный поток перемещается в макрологистических и транспортных системах на пути от источников сырья к конечным потребителям. Анализ действующих макро- и микрологистических систем показывает, что движение материальных потоков подвержено определенным закономерностям в зависимости от отрасли промышленности или этапа движения совокупного материального потока.

В Российской Федерации логистика исторически развивалась до 1917 года в сфере военного дела, затем в период советской власти этот термин был запрещен, а логистика, как и кибернетика, признана буржуазной наукой. В то же время, в развитии плановой экономики использовался в полной мере системный подход, который можно рассматривать как аналог логистическому подходу, поэтому все крупные инфраструктурные проекты обладали системным единством с точки зрения организации движения материальных потоков.

Это можно рассматривать и в отношении транспортных систем, так как отраслевые транспортные системы служили локомотивом развития советской экономики. После того как Россия отказалась от административно-плановой экономики и стала использовать рыночные принципы хозяйствования, одновременно с ликвидацией единой транспортной системы, включающей в себя в качестве составных частей отдельные виды транспорта, стала внедряться концепция логистики в отдельные предприятия. Отчасти это является парадоксальным, так как в период реформирования происходило внедрение принципов логистики в работу отдельных предприятий при одновременном разрушении устойчивых связей в макрологистических системах и раздроблении транспортных систем автомобильного, речного и морского видов транспорта в процессе приватизации. В конечном итоге был сохранен только железнодорожный транспорт в виде единой системы.

Системы, связанные с движением материальных потоков, в Советском Союзе и странах Запада исторически развивались диаметрально противоположно. Западный подход предполагал развитие от частного к общему, поэтому логистика внедрялась вначале в отдельных

предприятиях, а затем постепенно выстраивались цепи поставок из логистических организованных звеньев. В Советском Союзе основной акцент был сделан на развитие макроэкономических систем, а на уровне отдельных предприятий системный подход был развит недостаточно, развитие шло от общего к частному, но этот путь не был пройден до конца, так как произошел переход к рыночной экономике. Можно сказать, что труды советских экономистов и многое положительное было заимствовано западными учеными и управленцами, так как управление цепями поставок по сути именно подход от общего к частному. Отличием является то, что в качестве управляющей подсистемы выступает фокусная компания, но не государственная структура управления.

Логистика в сфере экономики получила развитие в России при переходе к рыночным принципам хозяйствования в 90-х годах XX века. В тот период практически отсутствовала учебная литература и специальная логистическая терминология, поэтому основные термины были заимствованы из переводной литературы, что привело к неточностям в трактовке терминов и не соответствию их реальным процессам в логистических системах. Это связано с тем, что переводом занимались люди, которые не обладали знаниями в сфере логистики и специальной терминологией. В конечном итоге это привело к тому, что по каждому логистическому термину в учебной, да и в научной литературе можно встретить множество синонимов, которые с точки зрения информативности о реальном процессе не отвечают здравому смыслу, а иногда и нормам русского языка.

Например, вызывает серьезные сомнения правомерность использования термина «**транспортные перевозки**», так как возникает закономерный вопрос о том, насколько возможно наличие нетранспортных перевозок, а этот термин, по сути, представляет собой элементарную тавтологию.

Транспортировка является одной из ключевых комплексных логистических функций. Это объясняется тем, что без транспортировки практически не существует материального потока. При этом сам процесс транспортировки рассматривается в более широком плане, чем собственно перевозка грузов, как совокупность процессов перевозки, погрузки-разгрузки, экспедирования и других сопутствующих логистических

операций [1], поэтому детализация логистических терминов является актуальной научной проблемой.

Терминология науки - это специальный язык, на котором говорят специалисты, а в том случае, если этот язык не точен, возникают сложности в коммуникациях в научной сфере.

Сложность трактовки терминов в теории логистики может быть связана с отсутствием принципов формирования единой терминологии, поэтому актуальной задачей методологии логистики является ревизия существующих терминов и выработка подходов к формированию единой терминологии. Проблемам трактовки терминов логистики посвящен ряд исследований отечественных авторов, что подтверждает актуальность этого направления. Изучение научных публикаций свидетельствует о том, что можно выделить направления исследований, во-первых, уточнение терминологии в отдельных областях логистики отрасли деятельности [2, 3, 4, 5, 6], во-вторых, анализ отдельных терминов в теории и практике логистики [1, 7], в-третьих, формирование единого терминологического аппарата [8, 9, 10].

Например, А. Швец [10] в своем исследовании предложил Открытый классификатор функциональных областей и разделов логистики, который был создан по принципу разделения функциональных областей логистики предприятия. Ключевое свойство данного классификатора – его открытость, т.е. способность включать новые области и разделы логистики.

Анализ учебной литературы показывает, что до настоящего времени присутствует разночтения и отсутствует единообразие в названии материальных потоков (таблица 1). В то же время, с позиции здравого смысла при изучении видов материальных потоков напрашивается уточнение термина «**материальный поток**» с точки зрения детализации действий в цепях поставок и направлений его движения. Термин «материальный поток» следует использовать как обобщенное понятие, но при перемещении потоков в определенной системе координат (например, от продавца к потребителю) целесообразно использовать термин «**прямой материальный поток**», тогда становится понятным и целесообразным использование терминов «**возвратный материальный поток**» и «**обратный материальный поток**».

Таблица 1.

Анализ употребления логистических терминов

Наименование термина	ФИО авторов учебной литературы																
	Аникин Б.А. [16, 18]	Бродецкий Г.Л. [1]	Гаджинский А.М. [2]	Григорьев М.Н. [4]	Дыбская В.В. [7]	Куренков П.В. [09-11]	Левкин Г.Г. [14]	Лукинский В.С. [19]	Мирогин Л.Б. [21]	Неруш Ю.М. [23]	Плоткин Б.К. [25]	Сергеев В.И. [28]	Рачковская И.А. [27]	Тебекин А.В. [29]	Тяпухин А.П. [31]	Ушаков Р.Н. [32]	Щербаков В.В. [17, 24].
материальный поток	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
транспортный поток	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
грузопоток	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
вагонопоток	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
поездпоток	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
логистический поток	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
товарный поток	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+
возвратный поток	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
обратный поток	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Понятие «материальный поток» является ключевым в теории и практике логистики, так как отсутствие единой терминологии в отношении объекта исследования свидетельствует о том, что и для других терминов логистики также отсутствует единство суждений и понятий. Например, наряду с понятием «материальный поток» в литературе можно встретить «**логистический поток**», «**товарный поток**», «**экономический поток**», «**грузопоток**», но без соответствующих пояснений авторов учебной литературы или научных работ. Создается впечатление, что подобные термины используются, скорее, в силу устоявшихся привычек, но не с точки зрения целесообразности и научности того или иного термина. Между тем, принято считать, что именно материальный поток как интегрированная структура является причиной формирования логистических систем как на макро- так и на микроуровне.

В классическом понимании материальному потоку соответствуют информационные, финансовые и сервисные потоки, каждый из которых выполняет соответствующую функцию (обеспечения информацией, финансами, услугами). Но какой из них следует назвать логистическим потоком - не представляется возможным.

Характеристика возвратных материальных потоков в торговле и транспортных системах

При перемещении материального потока в цепи поставок его прямое направление по разным причинам периодически нарушается и происходит перемещение потоков в направлении, отличном от прямого движения. Такие потоки в литературе получают разные названия: возвратные, реверсивные или обратные-возвратные [11,12].

В.А. Лазарев [11] в своих исследованиях рассматривает обратную логистическую цепь поставок, которая включает в себя логистику обратных материальных потоков и логистику возвратных материальных потоков (рис. 1).

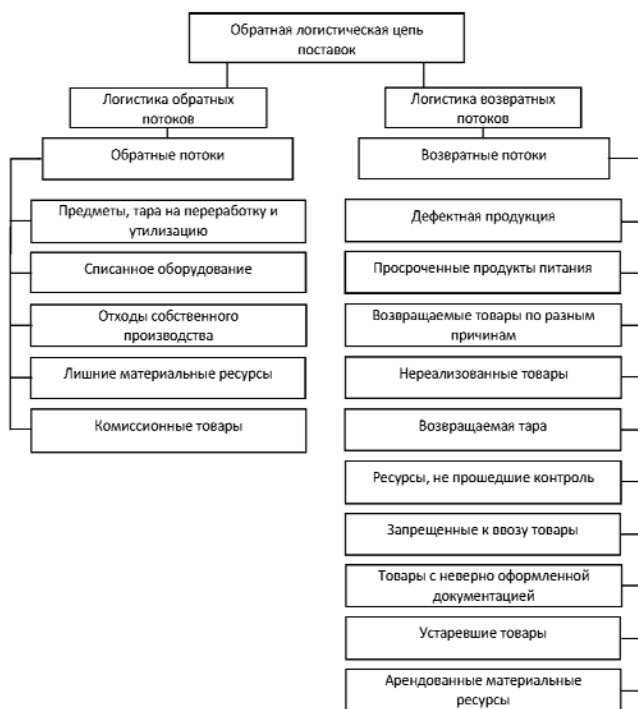


Рис. 1. Классификация обратных и возвратных материальных потоков

Кроме возвратов единичных товаров в розничной торговле, товарных партий в оптовой торговле, возвратам подвергается оборотная тара (поддоны, контейнеры) и собственно транспортные средства. Например, при доставке товарных партий автомобильным транспортом маятниковым маршрутом, автомобиль обратный путь следует без груза, а повышение коэффициента использования транспорта является важной экономической задачей. Точно также проблема возвратов порожних транспортных средств имеет место для железнодорожного, речного и морского транспорта.

На железнодорожном транспорте порожние вагоны могут накапливаться на ближайшей станции в ожидании отправки, далее следуют до места погрузки в процессе регулировки вагонного парка бесплатно или для собственников вагонов – по тарифу.

На речном транспорте порожние баржи буксируются обратно в речной порт для следующей погрузки.

На морском транспорте важно, чтобы корабли были загружены и не возвращались порожними, для этого брокеры или другие посредники находят грузы для доставки судном в пункт назначения.

Объемы возвратной логистики в общемировом масштабе огромны. Средний процент возврата потребителями своих покупок составляет 7%. Для некоторых отраслей этот процент может быть иным: книжная продукция – 10–15%; компьютеры и комплектующие – 10–18; одежда – 30–40; продукция массового потребления – 5–15; товары, купленные через сеть Интернет, – 20–80% [5].

Для однозначного названия возвратных материальных потоков нужно обратиться к реальным логистическим системам и к пониманию слов на русском языке или латыни, рассмотреть особенности их состава. Если идет речь о возвратном потоке, то необходимо понять, откуда и к кому он возвращается, какие элементы в себя включает. При возврате материального объекта идет речь о его возвращении в исходную точку из пункта назначения.

Например, в рамках действующего договора поставки происходит возврат товарной партии от покупателя к продавцу из-за брака или невостребованности товара (опоздание по времени), здесь идет речь о линейном движении в пространстве и времени. В этом отношении термин «реверсивный» [12] не совсем подходит для описания существующих закономерностей движения потока. В толковом словаре Д.Н. Ушакова [13] «реверсивный» - от лат. reversus – обратный. Термин технический и относится к вращению, обратному основному, и не совсем точно отражает движение материального потока как линейного процесса.

По качественному и количественному составу возвратный материальный поток имеет отличия от прямого материального потока, так как при возвратах формируются единичные партии товара небольшого объема, которые включают в себя дефектные изделия или товары с истекшим сроком годности. В отдельных случаях могут возвращаться партии товаров высокого качества для перераспределения в розничной торговой сети, следовательно, путь возвращенного товара может быть различным: дальнейшая перепродажа или перемещение товара предприятиям по утилизации или уничтожению в том случае, если товар утратил свои потребительские свойства. Фактически в этом случае от производственных или торговых предприятий формируются обратные

материальные потоки, которые относятся к сфере обратной логистики или ретрологистики [14].

Траектория движения материального потока может многократно изменяться в зависимости от условий, связанных с транспортировкой, потреблением товаров в цепи поставок. Управление возвратными материальными потоками возможно не только в макрологистических системах, но и в производственном процессе, когда возвраты объектов незавершенного производства могут быть связаны с особенностями технологических процессов при производстве определенного изделия.

Вид материального потока можно связывать с соответствующими функциональными областями логистики предприятия: логистикой снабжения, логистикой производства, логистикой сбыта и логистикой возвратов [15]. Управление материальными потоками на предприятии в основном связано с организацией движения прямых материальных потоков, но как на входе в логистическую систему, так и на выходе возникает необходимость в отправке или приемке изделий, ранее отгруженных продавцу или покупателю.

Логистика возвратов, будучи важной функцией цепи поставок, требует к себе особого отношения со стороны компании и логистического менеджмента. Многие еще не до конца осознали, что при грамотном управлении возвратными потоками можно получить дополнительную прибыль и, соответственно, существенно снизить долю возвращаемой продукции. Необходимо развивать деятельность в области возвратов с целью реформирования взглядов на традиционную логистику [5].

Характеристика обратных материальных потоков

За последние годы общий объем образующихся в России отходов вырос в 1,5 раза и составил более 3,5 млрд. т. В настоящее время все регионы России столкнулись с проблемой размещения отходов домашних хозяйств. Наиболее распространенным методом работы с отходами в России является захоронение, что ведет к безвозвратной потере полезной продукции (до 90%), имеющей реальный спрос на рынке, при этом содержание ценных компонентов в отходах не редко близко к их содержанию в добываемых полезных ископаемых. В России на долю полигонного захоронения отходов приходится 97%, на долю мусоросжигания - 2%, переработки – 1%. Такое соотношение связано с тем, что в настоящее время отсутствуют свободные финансовые средства на строительство предприятий по переработке отходов, а также нет отдельного сбора бытовых отходов по фракциям в домашних хозяйствах [16].

Сбор и переработка твердых бытовых отходов в крупных российских городах уже многие годы является сложной и трудно решаемой проблемой, поэтому в настоящее время инициирована реформа в этой области. В то же время, важно понимать, что успешная реализация этой реформы возможна только в том случае, если будут использованы логистические технологии на всех этапах движения обратных материальных потоков. Организации транспортного процесса необходимо уделить пристальное внимание и привлекать для формирования маршрутной сети спецтранспорта специалистов в области логистики транспорта.

Точками роста (логистическими ядрами) должны стать отдельные предприятия (промышленные или тор-

говые), где отделы логистики наряду с функциями движения прямых материальных потоков смогут взять на себя функции внутреннего логистического консалтинга для ознакомления персонала с принципами логистики и формирования логистического мышления.

По составу эти потоки многономенклатурные или смешанные, поэтому на начальных или конечных пунктах их движения необходимо обеспечивать их разделение.

Исходными начальными пунктами движения обратных материальных потоков являются также промышленные предприятия, которые могут оказывать существенное отрицательное влияние на живую природу и человека. Кроме выделения газообразных и аэрозольных фракций (черного углерода), предприятия производят массу твердых отходов. Одной из отраслей, производящих большой объем отходов является теплоэнергетика.

В теплоэнергетике прямые материальные потоки можно разделить на две группы: начально-конечные (новое и использованное оборудование) и постоянные потоки энергоносителей, которые в зависимости от вида энергоносителя могут быть постоянными и дискретными в пространстве и времени. Использование газов или эмульсий в качестве энергоносителей способствует применению трубопроводного транспорта, при перевозке каменного угля – железнодорожного транспорта, где в процессе транспортировки в открытых вагонах и полувагонах происходит значительная естественная убыль из-за выветривания, что приводит к загрязнению окружающей среды. Одним из перспективных решений этой проблемы может быть использование водоугольного топлива, так как для перемещения материальных потоков этого энергоносителя может быть использован трубопроводный транспорт [17].

Таким образом, существуют различия между возвратными материальными потоками, когда товар возвращается от покупателя к продавцу и обратными материальными потоками, когда груз проходит по другому пути и направляется в точку назначения, отличную от точки поступления. Детализация этих потоков необходима для выработки условий переработки разных видов потоков и использования соответствующей правовой базы для регулирования отношений между участниками логистической цепи как в прямых цепях поставок, так и в сфере управления обратными материальными потоками.

Примером обратно-возвратных материальных потоков на транспорте может служить переадресация грузовых отправок в обратном направлении или же возврат порожних вагонов после выгрузки на станцию приписки или, опять же, их переадресация в обратном направлении как груза «на своих осях».

Потоки порожних вагонов

Приватизация вагонного парка практически уничтожила технологию сдвоенных операций, когда вагоны после выгрузки сразу используются под погрузку. Если в 2007 году по сдвоенным операциям использовалось 20% выгруженных вагонов, то в настоящее время осталось только 4%. В настоящее время каждые сутки подвоятся к станциям погрузки на 10 тыс. вагонов больше, чем это могло быть при 20% сдвоенных операций.

А эти вагоны надо сформировать, провести по сети, заняв пропускные способности и тягу, расформировать, подать под погрузку, то есть выполнить несколько десятков тысяч лишних операций, каждая из которых стоит денег (увеличивает логистические издержки) и увеличивает время оборота вагонов.

Переизбыток подвижного состава на сети привел к неконтролируемому подходу порожняка на станции погрузки и несвоевременному его возврату, поскольку операторы собственного подвижного состава пытаются выполнить месячную заявку за один день. Для решения этой проблемы необходимо минимизировать количество операторов, работающих на одной станции, к тому же это может позволить увеличить долю двоярных операций.

Разнонаправленные интересы операторских компаний, конкурирующих на инфраструктуре РЖД, приводят к росту порожних вагонопотоков.

Проблема задержки вагонов после выгрузки на станции и на подъездных путях портов и терминалов остаётся не решенной из-за того, что операторы зачастую не могут оперативно обеспечить выгруженные вагоны новым грузом. Пока внимание операторов сконцентрировано на поиске наиболее выгодных контрактов, скопившийся порожняк блокирует станции и подходы к ним. В результате нарушаются сроки доставки очередных грузов [18, 19].

Одним из важнейших элементов новых принципов управления вагонными парками является переход на месячное планирование не только перевозок грузов, но и порожних частных вагонов. Это повысит качество и точность нормирования ресурсов РЖД, станционного комплекса, локомотивных бригад, объёмов и очередности ремонта элементов инфраструктуры.

Важнейшей задачей Единого сетевого технологического процесса, является применение новой системы расчета сетевого плана-формирования поездов, адаптированного к изменению управления как груженными, так и порожними вагонопотоками.

Если настроить прозрачную систему планирования движения порожняка, его своевременный возврат, тогда исчезнут его хаотичные заадресовки, непроизводительный простой на инфраструктуре, повысится маршрутная скорость, сократится оборот вагона, а это даст возможность при существующих пропускных способностях увеличить объёмы вывозимых грузов с мест производства.

Железная дорога совместно с операторами подвижного состава может определить максимально эффективную логистику управления порожними вагонопотоками во всех направлениях их передвижения.

Выводы

Изучение специальной литературы показывает, что необходимо уточнение понятий в области логистической терминологии в научной и практической деятельности. Сопоставление определений материального потока показывает, что необходимо выделение понятия «**прямой материальный поток**» и исключить из обихода термины «логистический поток» и «товарный поток» и др., так как они не несут в себе смысловой нагрузки [17].

Обоснование и уточнение терминов «возвратный материальный поток» и «обратный материальный поток» позволит разделить ответственность за организацию движения соответствующих потоков на практике между участниками логистического процесса.

Для дальнейшего уточнения логистических терминов необходимо сформулировать четкие принципы, в соответствии с которыми станет возможным привести в соответствие термин и соответствующее явление или объект исследования в практике. Одним из направлений упорядочения логистической терминологии может стать создание Логистической номенклатуры (сборника терминов без определений). В ней появится возможность исключить дублирования терминов и создать логистический тезаурус.

Все вышеперечисленное свидетельствует о необходимости широкого обсуждения вопросов терминологии в логистике и привлечения к этой проблеме ученых, практиков и профессиональных филологов.

Литература

1. Куренков П.В. Логистические термины и их употребление / П.В. Куренков, А.В. Астафьев, Д.А. Преображенский, А.А. Сафронова, Д.Г. Кахриманова // *Логистика*. - 2018. № 11 (144). - С. 46-50.
2. Герами В.Д. Логистическая терминология в программных документах развития транспорта / В.Д. Герами // *Логистика и управление цепями поставок*. - 2013. - №1 (54). - С.60-63.
3. Грейз Г.М. К вопросу о терминологии сферы логистического менеджмента предприятия / Г.М. Грейз // *Проблемы современной экономики*. - 2015. - №1 (53). - С.186-190.
4. Дыбская В.В. О терминологии, касающейся логистических центров / В.В. Дыбская // *Логистика и управление цепями поставок*. - 2013. - №3 (56). - С.7-10.
5. Карх Д.А. Некоторые теоретические и прикладные аспекты возвратной логистики / Д.А. Карх, С.В. Потапова // *Известия УрГЭУ*. - 2012. - №2 (40). - С.118-122.
6. Куренков П.В., Курбатова А.В. Терминология смешанных перевозок // *Железнодорожный транспорт*. - 2000. - № 3. - С.66-68.
7. Куренков П.В. К толкованию логистических и цифровых понятий / П.В. Куренков, Г.В. Бубнова, В.Н. Емец, А.А. Тюгашев. // *Транспорт: наука, техника, управление*. - 2018. - № 5. - С.8-16.
8. Мадера А.Г. О терминологии в логистике и управлении цепями поставок / А.Г. Мадера // *Интегрированная логистика*. - 2010. - №4. - С. 2.
9. Покровская О.Д. Понятийный аппарат терминалистики / О.Д. Покровская, Т.С. Титова // *Бюллетень результатов научных исследований*. - 2018. - №2. - С.29-43.
10. Швец А. Открытый классификатор областей логистики и опыт внедрения его в процесс активного обучения в РХТУ им. Д.И. Менделеева / А. Швец // *Риск*. - 2009. - №1. - С.8-12.
11. Лазарев В.А. Обратные и возвратные товарно-материальные потоки в логистике / В.А. Лазарев // *Известия УрГЭИ*. - 2011. - №6 (38). - С.123-126.
12. Мясникова Л.А. Реверсивные потоки в логистике сетевой торговли / Л.А. Мясникова, Э.М. Букринская // *РИСК*. - 2018. - №3. - С. 23-28.

13. Толковый словарь Ушакова [электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ushakov/1007202>
14. Mau M. Logistik: mit Übungsaufgaben und Lösungen / M. Mau. – Köln: WRW-Verl., 2002.
15. Левкин Г.Г. Коммерческая логистика: учебник / Г.Г. Левкин. М.: Директ-Медиа, 2015.-377 с.
16. Левкин Г.Г. Управление прямыми и обратными материальными потоками в энергетике/ Г.Г. Левкин // Аксиологические аспекты в современных научных условиях: материалы международного научного семинара. Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2019.- С.105-110.
17. Куренков П.В. Анализ употребления логистических терминов / П.В. Куренков, А.В. Астафьев, Д.А. Преображенский, А.А. Сафронова, Д.Г. Кахриманова // Транспорт: наука, техника, управление.- 2018.- №11.- С.18-25.
18. Покровская О.Д. Классификация объектов железнодорожной терминально-складской инфраструктуры / О.Д. Покровская// Вестник УрГУПС.- 2017.- № 1 (33).- С.70-83.
19. Покровская О.Д. Классификация, иерархия и идентификация объектов терминально-складской инфраструктуры / О.Д. Покровская, О.Б. Маликов // Транспорт: наука, техника, управление.- 2017.- № 8.- С.13-21.

Сведения об авторах

Куренков Петр Владимирович, д.э.н., профессор, заместитель директора Института управления и информационных технологий (РУТ – МИИТ)
Тел. 8-926-471-65-04
E-mail: petr~~k~~urenkov@mail.ru.

Левкин Григорий Григорьевич, к.в.н., доцент кафедры экономики транспорта, логистики и управления качеством, ФГОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»

Мочалова Светлана Владимировна, к.т.н., доцент кафедры экономики транспорта, логистики и управления качеством, ФГОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС)

Серяпова Ирина Вениаминовна, к.э.н., доцент кафедры «Логистика и менеджмент» ФГОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (СамГУПС)

Солоп Ирина Андреевна, к.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» ФГОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС)

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ТОРМОЖЕНИЯ ВАГОНА НА СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ

Доктор техн. наук, профессор **Туранов Х.Т.**,
кандидат техн. наук, доцент **Гордиенко А.А.**
(Уральский государственный университет путей сообщения. УрГУПС)
ассистент **Саидивалиев Ш. У.**
(Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. ТашиИИТ)

ABOUT MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE CAR BRAKING ON THE MARSHALLING HUMPS

Doctor (Tech.), Professor **Turanov K.T.**,
Ph. D. (Tech.), Assistant Professor **Gordienko A.A.**
(Urals State University of Railway Transport. USURT)
Assistant **Saidivaliev S.U.**
(Tashkent Institute of Railway Transport Engineers)

Железная дорога, станция, сортировочная горка, вагон, зона торможения, ускорение при равнозамедленном движении.

Railway, station, marshalling hump, car, the zone of inhibition, acceleration of equidistant movement.

В статье формулы для определения ускорения движения при равнозамедленном движении вагона в зонах торможения и силовых воздействий на участках тормозных позиций сортировочных горок представлены в общепринятых обозначениях и в привычном понимании согласно существующей методике расчета. Для примера выполнен расчет ускорения движения вагона на участке первой тормозной позиции горки. С использованием полученного ускорения и заданной скорости входа вагона в зону торможения определено, через какое время произойдет полная остановка вагона.

In the article formula to determine the acceleration of motion for equidistant movement of the car in the braking zones and force effects on sections of the hump braking positions of marshalling humps are represented in conventional notation and in the usual understanding according to the existing method of calculation. For example, the calculation of the acceleration of the movement of the car on the first brake section of the slide was made. Using the obtained acceleration and the specified speed of the car entrance to the braking zone, it is determined after what time the full stop of the car will occur.

Актуальность темы

В работе [1] дано математическое описание движения вагона в зонах торможения (ЗТ) участков тормозных позиций (ТП) сортировочных горок с использованием принципа Даламбера.

В настоящей статье сделана попытка представить формулу для определения ускорения движения при равнозамедленном движении вагона с сортировочной горки в общепринятых обозначениях и в привычном понимании согласно существующей методике расчета сортировочных горок [2 – 16].

Актуальность содержания настоящей статьи можно проследить по опубликованным публичным дискуссиям [17 – 32] о корректности и/или некорректности существующей [2 – 16] и предлагаемой [33 – 36] методик расчета сортировочных горок.

Математическое описание движения вагона в зонах торможения участков тормозных позиций сортировочных горок в общепринятых обозначениях

Как известно [1], согласно математическому описанию движения вагона в зоне торможения участков сортировочных горок по принципу Даламбера для абсолютного движения твёрдого тела [37, 38] в проекциях

на ось Ox' инерциальной (неподвижной) системы отсчёта $Ox'y'z'$, параллельной рельсовым нитям, ускорение движения при равнозамедленном движении вагона имеет отрицательный знак [34, 36]:

$$|a_{kTi}| = \frac{|\Delta F_{Ti}|}{M_{np0}} 10^3, \quad (1)$$

где $|\Delta F_{Ti}|$ – результирующая сила, под воздействием которой колёсные пары вагона скользят по поверхностям катания рельсовых нитей и тормозным шинам вагонного замедлителя в зонах торможения (ЗТ) участков тормозных позиций (ТП), кН:

$$|\Delta F_{Ti}| = F_{xi} + |F_{ci}|; \quad (2)$$

$|a_{kTi}| = a_{kTi} \cdot \text{sgn} \Delta F_{1Ti}$ – функция модуль, причём $|a_{kTi}| = -a_{kTi}$, если $|\Delta F_{1Ti}| < 0$ [39].

Из формулы (1) следует, что при соблюдении условия $|\Delta F_{Ti}| < 0$ и/или $|F_{ci}| > F_{xi}$ движение вагона в зоне торможения участков тормозных позиций при начальной скорости $v_{нTi} > 0$ будет равнозамедленным до момента $v = 0$ (см. стр. 242 в [37]).

Далее представим формулы (1) и (2), согласно [2 – 16], в общепринятых обозначениях и в привычном понимании согласно существующей методике расчета сортировочных горок.

Заметим, что силу F_{xi} , под воздействием которой вагон входит в зону торможения (ЗТ) участков ТП, можно представить в долях от силы тяжести вагона с грузом и не вращающихся частей (тележка, кузов вагона) G_1 в виде:

$$F_{xi} = k_{x0i} G_1, \quad (3)$$

где

i – номер участков профиля пути сортировочной горки ($i = 1, \dots, 9$);

k_{x0i} – коэффициент, характеризующий силу F_{xi} с учётом проекции силы попутного ветра $F_{вх}$ в долях от G_1 , например, в виде:

$$k_{x0i} = i_{xi} + k_{вх} \approx 0,014 + 0,004 = 0,018.$$

Заметим, что величиной $F_{вх}$ можно пренебречь ввиду её малости: $F_{вх} \ll G_1$ (например, $3,2 \ll 794$ кН [34, 36]).

Аналогично силе F_{xi} , силу всяких сопротивлений $|F_{ci}|$, и, следовательно, её составляющие в виде силы прижатия тормозных колодок вагонных замедлителей к ободьям колёс вагона в зависимости от скорости входа вагона $v_{вх,ti}$ в зону торможения $F_{торм}$, силы трения скольжения колёсных пар относительно тормозных шин (основное сопротивление) $F_{тр,ски}$ и/или F_{oi} , силы сопротивления от среды, снега и инея $F_{сн}$, также можно определить в долях от силы тяжести вагона с грузом и не вращающихся частей (тележка, кузов вагона) G_1 . Так, например, $F_{торм} = k_{торм} G_1$, где $k_{торм} \approx 0,024$ – коэффициент, учитывающий силу $F_{торм}$ в долях от G_1 ; $F_{oi} = k_{oi} G_1$, где $k_{oi} \approx 0,25$ – коэффициент, учитывающий силу F_{oi} в долях от G_1 ; $F_{сн} = k_{сн} G_1$, где $k_{сн} \approx 0,0075$ – коэффициент, учитывающий силу $F_{сн}$ в долях от G_1 .

В итоге, силу всяких сопротивлений $|F_{ci}|$ можно представить в виде:

$$|F_{ci}| = (k_{торм} + k_{oi} + k_{св} + k_{сн}) G_1. \quad (4)$$

Окончательно формулы (1) и (2), согласно [2 – 16], представим в общепринятых обозначениях в следующем виде:

$$|a_{кти}| = a_{\tau} (i_{\tau 0xi} - |w_{ti}|), \quad (5)$$

где

$a_{\tau} = \text{const}$ – условное обозначение линейного ускорения вагона при равнозамедленном движении в зонах торможения участков ТП, м/с²:

$$a_{\tau} = \frac{G_1}{M_{пp0}} 10^3. \quad (6)$$

Например, при $G_1 = 794$ кН и $M_{пp0} = 8,269 \cdot 10^4$ кг: $a_{\tau} = 8,953$ м/с²;

$i_{\tau 0xi}$ – согласно формуле (3), безразмерная величина, условно характеризующая уклон профиля горки на участках ТП с учетом воздействия проекции силы попутного ветра $F_{вх}$:

$$i_{\tau 0xi} = i_{\tau xi} + k_{вх}, \quad (7)$$

$k_{вх}$ – безразмерная величина, учитывающая воздействие проекции попутного ветра $F_{вх}$ малой величины на ось Ox как способствующей ускоренному движению вагона в долях от G_1 . Если сила $F_{вх}$ не учитывается, то $k_{вх} = 0$;

$|w_{ti}|$ – отвлечённое число и/или безразмерная величина, условно характеризующая удельное сопротивление

движению всякого рода в зонах торможения участков ТП (в отличие от [2, стр. 180; 4, 9, 14, 15], где $|w_{ti}|$ имеет размерность внесистемной единицы измерения в кгс/т) при учете воздействия попутного ветра –

$$w_{ti} = k_{торм} + k_{oi} + k_{св} + k_{сн}. \quad (8)$$

Здесь $k_{торм} = F_{торм}/G_1$, $k_{oi} = F_{тр,ски}/G_1$ или $k_{oi} = F_{oi}/G_1$, $k_{св} = F_{св}/G_1$, $k_{сн} = F_{сн}/G_1$ – коэффициенты, учитывающие силы при торможении вагона замедлителями $F_{торм}$, силы от основного сопротивления $F_{тр,ски} = F_{oi}$, силы от воздушной среды и ветра $F_{св}$, силы от снега и инея $F_{сн}$ в долях от силы тяжести вагона и не вращающихся частей вагона G_1 .

Особо отметим, что в действительности удельное сопротивление движению всякого рода $|w_{ti}|$ в зонах торможения участков ТП является величиной непостоянной ($|w_{ti}| \neq \text{const}$) и при уменьшении скорости вагона происходит её увеличение.

Для удобства выполнения расчётов результирующую силу $|\Delta F_{ti}|$ (см. формулу (2)), под воздействием которой происходит торможение вагона на участках ТП, представим в виде:

$$|F_{ti}| = (k_{x0i} + (k_{торм} + k_{oi} + k_{св} + k_{сн})) G_1. \quad (9)$$

Пример расчета

Для примера исследуем участок первой тормозной позиций (1ТП) сортировочной горки с использованием вышеизложенных формул.

Исходные расчетные данные:

Для малых углов: $\sin \psi_{1\tau} = 0,014$ и $\cos \psi_{1\tau} = 1$ – уклон профиля пути, рад., или $i_{1\tau} = 14$ ‰; $G = 650$ сила тяжести груза на вагоне, кН; $G_1 = 794$ – сила тяжести вагона с грузом и не вращающихся частей вагона (кузов вагона, тележка), кН; $F_{т1x} = 14,31$ – сила, действующая на вагон, в зонах торможения участков ТП с учётом силы попутного ветра малой величины ($F_{вх} = 3,2$ кН), кН; $|F_{ст1}| = -F_{ст1} \approx -222,84$ – модуль силы сопротивлений всякого рода (учёт силы прижатия тормозных колодок вагонных замедлителей типа КЗ-3 или КЗ-5 на ободья колёс вагона при скорости входа вагона в зону торможения $v_{вх,т} = 8,5$ м/с: $F_{торм} = 23,75$ кН (согласно [68]: $F_{тк} = 90$ или 100 кН); сила трения скольжения колёсных пар о сжатые тормозные шины как основное сопротивление: $F_{от1} = 0,25 G_1 = 198,5$ кН; от воздушной среды и ветра $F_{св} = 0,0005 G_1 \approx 0,4$ кН; от снега и инея: $F_{сн} = 0,00025 G_1 \approx 0,2$ кН), кН; $M_{в,гр} = 6,624 \cdot 10^4$ – масса вагона с грузом, кг; $M_{\tau} = 1,468 \cdot 10^4$ – масса двух тележек, кг; $M_{пp0} = 8,869 \cdot 10^4$ – приведённая масса вагона с грузом совместно с не вращающимися частями, вычисленная по формуле (3) в [32], кг.

Результаты вычислений [40]:

1) Согласно формуле (1) и принятым исходным данным ускорение движения при равнозамедленном движении вагона в зоне торможения (ЗТ) на участке 1ТП, м/с²:

$$|a_{т1}| = -a_{т1} = |\Delta F_{т1}| \cdot 10^3 / M_{пp0} = |208,53| \cdot 10^3 / (8,869 \cdot 10^4) = -2,351.$$

2) Ускорение движения вагона, вычисленное по формуле (5), без учета проекции силы попутного ветра малой величины $F_{вх}$ (т.е. $F_{вх} = 0$), м/с²:

$$|a_{т11}| = a_{\tau} (i_{т1x} - |w_{т1}|) = 8,953 (0,014 - |0,281|) = -2,388,$$

а с учетом силы $F_{вх}$ через коэффициент $k_{вх} \approx 0,004$, учитывающий долю проекции этой силы с использованием формулы (7), $м/с^2$:

$$|a_{т12}| = a_{т}(i_{т01x} - |w_{т1}|) = 8,953(0,018 - |0,281|) = -2,352,$$

где $a_{т}$ вычисляется по формуле (6), $м/с^2$:

$$a_{т} = G_1 \cdot 10^3 / M_{пр0} = 794 \cdot 10^3 / (8,869 \cdot 10^4) = 8,953.$$

Относительная ошибка расчёта ускорений $|a_{т11}|$ и $|a_{т12}|$ по формулам (1) и (5), соответственно, составляет $\delta a_{т11} \approx 1,6\%$ и $\delta a_{т12} \approx 0,04\%$, что ничтожно мало и приемлемо для точности инженерных расчётов ($\approx 5\%$).

3) Время затормаживания $t_{зат1} = t_{т1}$, рассчитанное по формуле (10) в [21]: $|t_{т1}| = 3,37$ с, по истечении которого происходит практически полная остановка вагона $v_{т1} = 0,00027 \approx 0$ м/с.

Время затормаживания вагона $t_{зат11} = t_{т11}$, вычисленное по формуле (10) в [21] при $|a_{т11}| = -2,388$ $м/с^2$: $t_{т11} = -3,318$ с, а при $|a_{т21}| = -2,352$ $м/с^2$: $t_{т21} = -3,368$ с. Здесь отрицательный знак при $t_{т11}$ и $t_{т21}$ означает, что вагон при торможении движется равнозамедленно.

Относительная ошибка расчёта времени затормаживания $t_{зат1}$, полученная на основе (10) в [21] при $|a_{т11}|$ и $|a_{т21}|$, соответственно, составляет $\approx 1,5$ и $0,06\%$, что ничтожно мало.

Выводы

1. В статье впервые представлена формула для определения ускорения движения в зонах торможения участков тормозных позиций сортировочных горок в общепринятых обозначениях и в привычном понимании согласно существующей методике расчета сортировочных горок.

2. Приведенные результаты расчетов ускорений на первой тормозной позиции сортировочной горки по формуле, полученной с применением основных принципов теоретической механики, и из выражения, представленного с использованием понятий существующей методики расчета сортировочной горки, показали их сопоставимость.

Литература

1. Туранов Х. Т. Математическое описание движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Транспорт Урала. - 2018.- № 2 (57). - С. 3–8. DOI: 10.20291/1815-9400-2018-2-3-8. ISSN 1815-9400.

2. Образцов В.Н. Станции и узлы. ч. II / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1938. - 492 с.

3. Федотов Н.И. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных горок: пособие / Н.И.Федотов, А.М. Карпов. – Новосибирск: НИИЖТ, 1960. - 123 с.

4. Земблинов С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Трансжелдориздат, 1963. - 348 с.

5. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Транспорт, 1967. - 466 с.

6. Никитин В.Д. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. пособие / В.Д. Никитин, И.Е. Савченко, Е.А. Ветухов, В.К. Ивашкевич. – М.: ВЗИИТ, 1970. - 79 с.

7. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский; Под ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина – М.: Транспорт, 1980. - 479 с.

8. Акулиничев В.М. Расчёт и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности: учебн. пособ. для вузов ж.–д. трансп. / В.М. Акулиничев, Л.П. Колодий. – М.: МИИТ, 1981. - 61с.

9. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко. Под ред. В.М. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992. – 480 с. (С.207 – 253).

10. Prokop, J & Myojin, Sh. Desing 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.

11. Проектирование сортировочных горок большой и средней мощности. Методические указания/Сост. В.С. Суходоев, Ю.И. Ефименко. – С.-Пб.: ПГУПС, 1997. - 35 с.

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

13. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты): Учебное пособие для вузов ж.–д. трансп. / Н.В. Правдин, В.Г. Шубко, Е.В. Архангельский и др.; Под ред. Н.В. Правдина и В.Г. Шубко. – М.: Маршрут, 2005. - 502 с.

14. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко, А.К. Голович и др.; под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. - 1086 с.

15. 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.

16. V. Bobrovsky, D. Kozschenko, A. Dorosh, E. Demchenko, T. Bolovanovska, A. Kolesnik. Probabilistic Approach for the Determination of Cuts Permissible Braking Moders on the Gravity Humps. *Transport Problems. Problemy Transporty*, 2016. - Vol. 3. Issue I. P.147-155. DOI: 10.20858/tp.2016.11.1.14.

17. 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.

18. 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.

19. Туранов Х.Т. О попытке доказательства нового подхода к исследованию движения вагона по спускной части сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации. – 2016. - № 10 (256). – С. 19 - 24. ISSN 2072-8115.

20. 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.
21. Туранов Х. Т. Математическое описание движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Транспорт Урала. - 2018. - № 2 (57). - С. 3–8. DOI: 10.20291/1815-9400-2018-2-3-8. ISSN 1815-9400.
22. Туранов Х.Т. Выбор рационального режима пуска «очень плохого бегуна» с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, О.В. Молчанова // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. - № 7. - С. 9 - 13. ISSN 0236-1914.
23. Turanov Kh.T., Gordienko A.A. Movement of a railway car rolling down a classification hump with a tailwind. В сборнике: MATEC Web of Conferences onference proceedings, 2018. – С. 02027.
24. Туранов Х.Т. К критическому анализу теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. - № 11. - С. 26 - 31. ISSN 0236-1914.
25. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (часть II) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации. - 2018. - №12 (282). - С. 12-18. ISSN 2072-8115.
26. Khabibulla Turanov, and Andrey Gordienko. Movement of a railway car rolling down a classification hump with a tailwind // MATEC Web of Conferences 216, 02027 (2018) Politransport Systems – 2018. - 1-7 p.
27. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление. – 2019. - № 1. - С. 16 - 20. ISSN 0236-1914.
28. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть V) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джабаров // Бюллетень транспортной информации. - 2019. - №3 (284). - С. 12-18. ISSN 2072-8115.
29. Туранов Х.Т. О движении вагона на скоростных участках сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Х.Х. Джалилов // Транспорт Урала. - 2019. - № 1 (60). - С. 3–8. DOI: 10.20291/1815-9400-2019-1-3-8. ISSN 1815-9400.
30. Туранов Х.Т. О подходе к определению некоторых кинематических параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидвалиев // International Journal of Advanced Studies. – 2019. - № 4. - С. 26 - 31. ISSN 0236-1914.
31. Туранов Х.Т. О скольжении колёсных пар вагона на тормозных позициях сортировочных горок / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров, Ш.У. Саидвалиев // Транспорт: наука, техника, управление. - 2019. - № 5. - С. 16 - 21. ISSN 0236-1914.
32. Туранов Х.Т. Аналитическая статика качения колес на скоростных участках сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Бюллетень транспортной информации. - 2019. - №5 (286). - С. 12-18. ISSN 2072-8115.
33. Turanov, Khabibulla T. and Gordienko, Andrey A. Car Movement at Hump Yard under Tail Wind [In Russian: Движения вагона на сортировочной горке при попутном ветре. С. 36-43]. Мир транспорта. - 2015. - Т. 13. - № 6 (61). - Р. 44-48. ISSN 1992-3252.
34. Туранов Х.Т. Пример расчёта времени, скорости и пути торможения вагона на участке второй тормозной позиции сортировочной горки при воздействии встречного ветра малой величины / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2016. - Т. 75, № 2. – С. 123 – 128. ISSN 2223-9731.
35. Туранов Х.Т. Результаты исследований движения вагона по спускной части сортировочной горки при попутном ветре / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, И.С. Плахотич // Бюллетень транспортной информации. - 2016. - № 12 (258). – С. 31-36. ISSN 2072-8115.
36. Turanov, Khabibulla T. and Gordienko, Andrey A. Calculation of Time of Movement and Speed of a Car on the Intermediate Section of the Hump Yard under Tail Wind [In Russian: Расчёт времени движения и скорости вагона на промежуточном участке сортировочной горки при попутном ветре. - С. 78-85]. Мир транспорта. – 2016. - Т. 14. - № 4 (65). - Р.86-91. ISSN 1992-3252.
37. Воронков И.М. Основы курс теоретической механики / И.М. Воронков. – М.: ГИТТЛ, 1957. - 596 с.
38. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики. В 2-х томах. Т.П. Динамика / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука, 1983.- 640 с.
39. 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.
40. Макаров Е.Г. Mathcad: Учебный курс (+CD). – СПб.: Питер, 2009. - 384 с.

Сведения об авторах

Туранов Хабибулла Туранович, Почётный железнодорожник, доктор технических наук, профессор кафедры «Станции, узлы и грузовая работа» УрГУПС 620034. г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66. 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.

Саидвалиев 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.

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СИЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ КОЛЕСА

Кандидат техн. наук, доцент **Копотилов В.И.**
(Тюменское высшее военное-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова)

CRITICAL ANALYSIS OF THE CONCEPTION OF THE ROLLING RESISTANCE OF A WHEEL

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Kopotilov V.I.**
(Tyumen Higher Military-Engineering Command School)

Колёсная машина, качение колеса, сила сопротивления качению, момент сопротивления качению, продольная реакция, опорная поверхность.

A wheel vehicle, wheel rolling, rolling resistance force, rolling moment, longitudinal reaction, supporting surface.

Рассматриваются две основные концепции силы сопротивления качению колеса, которые получили самое широкое распространение в научно-технической литературе в области транспортных машин. Анализ с позиций теоретической механики показывает, что ни первая концепция (продольная реакция опорной поверхности), ни вторая (условное продольное усилие) не имеют под собой соответствующей научной основы и несостоятельны.

Two basic concepts of the rolling resistance of the wheel are considered, which have become most widely used in the scientific and technical literature in the field of transport vehicles. Analysis from the standpoint of the theoretical mechanics shows that neither the first concept (the longitudinal reaction of the supporting surface) nor the second (the suppositive longitudinal force) have a corresponding scientific basis and are without validity.

В процессе движения транспортной машины её колёса испытывают сопротивление движению, которое характеризуется моментом M_f сопротивления качению. В литературе принято считать, что этот момент образуется вследствие продольного сноса вектора нормальной реакции R_z дороги, обусловленного силами внутреннего трения в шине, т.е. явлением гистерезиса. При перекачивании колеса момент M_f трансформируется в силу P_f сопротивления качению, которая, наряду с другими силами, является важнейшим фактором сопротивления движению колёсной машины.

В отечественной научно-технической и учебной литературе до сих пор бытует несколько взаимно противоречивых версий этой силы, которые появились ещё в период становления науки о движении колёсных транспортных машин и связаны с именами Е.А. Чудакова, Е.Д. Львова, Н.А. Яковлева, Г.В. Зимилёва и некоторых других учёных.

Пожалуй, основной следует считать версию, согласно которой у ведомых колес силой сопротивления качению P_f является продольная реакция опорной поверхности, а у ведущих – некая сила, лежащая в пятне контакта и составляющая значительную часть этой реакции.

Изложение такого взгляда на силу сопротивления качению можно найти, например, в учебнике Львова Е.Д. [1], который, раскладывая реакцию опорной поверхности на нормальную Y_k и продольную X_k составляющие, прямо указывает, что «Составляющая X_k называется силой сопротивления качению направляющего колеса» [1, с. 29]. Величину этой силы он выражает формулой [1, с. 46]:

$$X_n = \frac{M_{cn} - M_{jn}}{r_n}, \quad (1)$$

где M_{cn} – момент сопротивления качению направляющего (переднего) колеса;

M_{jn} – момент сил инерции, прикладываемый к переднему колесу при его неравномерном вращении;
 r_n – динамический радиус переднего колеса.

Продольную реакцию и силу сопротивления качению ведомого колеса отождествляют Н.В. Диваков и Н.А. Яковлев [2]. Силу сопротивления качению колеса авторы прикладывают в пятне контакта колеса с дорогой и направляют в сторону, противоположную направлению движения автомобиля.

Продольную реакцию X_p опорной поверхности считает силой сопротивления качению Б.С. Фалькевич, величину которой он определяет по формуле [3, с.18]:

$$X_p = \frac{M_{fp}}{r_o} = Z_p f_p, \quad (2)$$

где M_{fp} – момент сопротивления качению ведомого колеса;

Z_p – равнодействующая элементарных нормальных реакций опорной поверхности, прикладываемая к ведомому колесу;

$f_p = a/r_o$ – коэффициент сопротивления качению ведомого колеса (a – снос нормальной реакции Z_p , r_o – динамический радиус колеса).

Точно также трактуется сила сопротивления качению колеса и в учебнике под ред. В.А. Скотникова [4]. Рассматривая работу ведомого колеса на деформируемой почве, его авторы продольную реакцию почвы называют «... силой сопротивления качению ведомого колеса, т.к. она действует против направления движения» [4, с.49].

Отождествление силы сопротивления качению ведомого колеса и продольной реакции опорной поверхно-

сти можно обнаружить и в других отечественных работах, а также в книгах зарубежных специалистов, например, Я. Таборека [5].

Для авторов, принимающих продольную реакцию дороги за силу сопротивления качению, эта сила является внешним воздействием на колесо со стороны опорной поверхности (дороги) и направлена против хода движения колёсной машины.

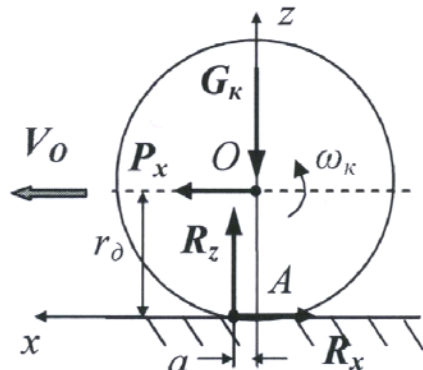


Рис. 1. Схема сил, прикладываемых к ведомому колесу

Другим аргументом является то, что при равномерном качении ведомого колеса значение продольной реакции R_x численно равно продольному толкающему усилию P_x , которое необходимо для обеспечения такого режима качения. При этом величина P_x изначально олицетворяет собой размер того сопротивления, которое испытывает колесо при своём качении. По мнению этих авторов, это и есть подтверждение того, что продольная реакция R_x является эквивалентом силы P_f сопротивления качению ($R_x \equiv P_f$). Этот довод кажется логичным, тем более, что в такой системе сил (рис. 1), на первый взгляд, нет места какой-либо силе, которая, наряду с другими силами, прикладывалась бы к ведомому колесу. К тому же, из всей совокупности сил, приложенных к ведомому колесу, продольная реакция R_x опорной поверхности является *единственной* продольной силой, направленной против движения.

Для многих сторонников такой концепции этого вполне достаточно, чтобы воспринимать продольную реакцию дороги в качестве силы сопротивления качению.

Однако такое понимание силы сопротивления качению полно внутренних противоречий.

Во-первых, продольная реакция дороги - это сила трения сцепления, возникающая между шиной и опорной поверхностью, т.е. *внешняя* по отношению к колесу сила. Между тем, принято считать [6, 7 и др.], что на твёрдой дороге сопротивление качению колеса с пневматической шиной своим происхождением, обязана силам *внутреннего* трения в самой шине,

Во-вторых, момент сопротивления качению колеса M_f , определяющий величину силы P_f , создаёт вовсе не касательная реакция R_x опорной поверхности, т.е. не сила трения сцепления шины, которая объявляется силой P_f сопротивления качению, а нормальная реакция R_z дороги.

В-третьих, равенство численных значений продольной реакции R_x колеса и продольной толкающей силы P_x , обеспечивающей равномерное качение ведомого колеса, не является вовсе убедительным аргументом, чтобы принять R_x за силу P_f сопротивления качению.

Этот аргумент не выдерживает критики, если рассматривается не частный случай, а какой-либо другой режим движения колеса. Так, например, если исходить из качения колеса с ускорением, то сразу обнаруживается, что для такого движения требуется гораздо большее толкающее усилие, нежели для его равномерного движения. При этом сама продольная реакция превышает ту, которая имеет место при равномерном качении колеса. В таком случае толкающее усилие P_x не является силой, покрывающей только сопротивление качению, а продольная реакция R_x уже не может выступать в качестве эквивалента силы сопротивления качению. Как видим, источником сомнительного отождествления двух сил (P_f и R_x), носящего чисто методологический характер, оказалось совпадение по модулю и знаку (направлению действия) сил P_f и R_x , да и то лишь в случае равномерного движения колеса. При этом никто не доказал, что не только физическая природа, но и точки приложения, а также линии действия двух указанных сил даже при этом режиме движения колеса одинаковы. В результате из одного частного случая, без достаточных на это оснований, были сделаны далеко идущие обобщения, результатом которых и явилось отождествление двух совершенно разных сил: сопротивления качению P_f и продольной реакции R_x опорной поверхности.

Таким образом, есть все основания полагать, что сила сопротивления качению и продольная реакция дороги – это разные по происхождению, физической природе и действию силы, которое нельзя отождествлять.

Несколько иначе трактуется сила сопротивления качению ведущих колёс. Такую силу принято прикладывать к шине в зоне её контакта с дорогой и направлять против вектора скорости движения колёсной машины. Так как вектор продольной реакции дороги R_x , воспринимаемый ведущим колесом, направлен по ходу движения машины, то силу сопротивления качению P_f не отождествляют с продольной реакцией дороги, но считают её одной из продольных сил, действующих на колесо в пятне контакта. Другими словами, силу сопротивления качению ведущего колеса, в сущности, считают *условной* реакцией опорной поверхности, направленной противоположно этой реакции R_x .

Такой подход к силам сопротивления качению был присущ Е.А. Чудакову, который силы P_f сопротивления качению всегда прикладывал в пятне контакта колёс с дорогой и направлял против движения автомобиля [8]. Однако при этом никаких доводов, доказывающих, что силы P_f действительно лежат в пятне контакта колеса с дорогой, Е.А. Чудаков не приводил.

Такой же подход к силе сопротивления качению ведущих колёс просматривается у В.П. Гребнева, О.И. Поливаева, А.В. Ворохобина, в учебнике которых [9] вектор силы сопротивления качению без всяких обоснований прикладывается к колесу в зоне его контакта с почвой и направляется параллельно вектору скорости движения колёсной машины.

Аналогичные фигуры умолчания можно встретить и в ряде книг зарубежных авторов. Так, например, Дж. Вонг [10] силу сопротивления качению прикладывает к колесу в плоскости дороги и направляет против вектора скорости движения колёсной машины, но не даёт при этом чёткого определения этой силы, а также объяснений механизма её возникновения.

Таким образом, приходится констатировать, что все авторы, с таким подходом, т.е. прикладывающие силу сопротивления качению в пятне контакта шины с дорогой, к сожалению, не дают месту (точке) приложения этой силы и линии её действия никакого теоретического обоснования. Возможно, они исходят из того, что сопротивление качению возникает при взаимодействии колеса с дорогой, следовательно, вектор такой силы должен лежать только лишь в зоне их контакта.

Однако такое представление о месте приложения силы сопротивления качению находится в вопиющем противоречии с теоретической механикой. Действительно, если ведущее колесо не буксует, а точка приложения силы P_f лежит в пятне контакта, то мощность такой силы равна нулю. Это объясняется тем, что точка приложения вектора силы не имеет при этом скорости ($V = 0$), поэтому мощность силы сопротивления качению равна нулю:

$$N_f = P_f V = P_f 0 = 0. \quad (3)$$

Если такая сила P_f не совершает работы, то она и не является источником механических потерь колеса, т.е. не является и реальной силой сопротивления качению.

Подводя итог анализу данной версии силы сопротивления качению (продольная реакция дороги), можно заключить - она не согласуется с положениями теоретической механики и является несостоятельной.

Другая версия силы сопротивления качению состоит в том, что она сама по себе является некой условной (фиктивной) продольной силой, призванной символизировать реальное сопротивление перемещению колесной машины. Такой взгляд на силу сопротивления качению также получил широкое распространение и прослеживается в целом ряде работ [11-19 и др.].

Сомнение в реальности силы сопротивления качению как таковой пришло достаточно давно. Впервые его ясно сформулировал такой крупный специалист по теории колесных машин, как Г.В. Зимилев, который считал, что силы сопротивления качению колеса как таковой нет, т.е. она фиктивна. Он писал [11, с. 27], что «Указанная сила названа фиктивной потому, что для рассматриваемого случая качения воздействие дороги на колесо не вызывает появления какой-либо силы сопротивления качению, приложенной к колесу».

Как следует из этого заявления Г.В. Зимилева, сила сопротивления качению фиктивна лишь только потому, что в рассматриваемой им системе сил нет такой силы, которая бы явно отражала такое сопротивление дороги. При этом он не отрицал наличие сопротивления движению как такового. Он лишь, по сути, констатировал существование указанного противоречия, суть которого состоит в том, что при качении любого колеса сопротивление качению есть, а силы, выражающей это сопротивление, ... нет! Следовательно, чтобы как-то разрешить этот парадокс, приходится формально вводить и использовать для расчётов некую фиктивную (условную) силу сопротивления качению.

Такой же версии придерживаются В.Ф. Платонов и Г.Р. Леиашвили, которые заявляют, что «... P_f - условная сила сопротивления качению, т.к. в действительности никаких горизонтальных сил к колесу не приложено» [20, с.168].

Условной силу сопротивления качению считает и Петрушов В.А. [21]. Он пишет: «Сила сопротивления качению P_f , широко используемая в теории автомоби-

ля, - величина условная, соответствующая силовому фактору сопротивлений качению» [21, с.17]. Введение этой силы, полагает В.А. Петрушов, связано лишь с удобством её применения, а её условность обусловлена тем, что сопротивление движению колеса создаёт не сила, а момент сопротивления качению.

Фиктивной силу сопротивления качению считают Ю.В. Пирковский [12, 22] и Р.В. Вирабов [13, 14].

При этом первый отмечает [22], что «величины P_f и f_k являются величинами, не имеющими физического смысла, поэтому их и следует называть условной силой и условным коэффициентом сопротивления качению».

Более осторожен Р.В. Вирабов [13]: «Так как качение ведомого колеса осуществляется приложенной к оси продольной силой, ... то сила сопротивления качению имеет для ведомого колеса вполне определённый физический смысл». С другой стороны, в этой же статье автор указывает, что «говорить о силе сопротивления качению применительно к ведущему колесу можно лишь как о некоторой фиктивной силе».

Таким образом, реальность или фиктивность силы сопротивления качению колеса Вирабов Р.В., связывает не с тем, есть ли это сопротивление в действительности или его нет, а с тем, как преодолевается сопротивление качению. Если сопротивление качению преодолевается продольной толкающей силой (ведомые колёса), то P_f имеет физический смысл. Если это сопротивление преодолевается крутящим моментом (ведущие колёса), то P_f - фиктивная сила.

Мысль о фиктивности силы сопротивления качению укоренилась в умах многих специалистов [13, 15, 19 и др.] и проникла даже в учебную литературу. В качестве примера тому могут служить известные учебники по теории автомобиля и колёсных машин соответственно А.И. Гришкевича [15] и Г.А. Смирнова [19], в которых сила сопротивления качению трактуется как некое условное усилие.

Смирнов Г.А. заявляет, что отношение момента M_f сопротивления качению к кинематическому радиусу без проскальзывания (r'_k), т.е. сила сопротивления качению $P_f = M_f / r'_k$, является фиктивной силой, которая «... представляет собой условную количественную характеристику сопротивления качению колеса» [19, с. 16].

Гришкевич А.И. отмечает, что сила «Сила сопротивления качению (F_f) ... вводится в расчёт условно вместо момента сопротивления качению, что более удобно при изучении тягово-скоростных свойств автомобилей» [15, с. 35]. Её значение он определяет в виде произведения коэффициента сопротивления качению на величину нормальной реакции опорной поверхности [15, с. 17]:

$$F_f = f R_z = (a / r_o) R_z, \quad (4)$$

где a - величина смещения нормальной реакции;

r_o - радиус качения колеса без скольжения.

Убеждение автора в отсутствии силы F_f приводит к тому, что он подменяет её другой, равной по модулю силой. В качестве такой Гришкевич А.И. видит силу, толкающую ось колеса и преодолевающую возникающее при этом сопротивление. Он пишет [15, с. 18] «Под силой сопротивления качению можно понимать силу, которую необходимо приложить к оси колеса в продольном направлении для преодоления момента сопротивления качению». Другими словами, вместо силы сопротивления F_f в качестве таковой предлагает понимать ... продольное толкающее усилие F_x , приклады-

ваемое со стороны корпуса колёсной машины, что абсолютно неприемлемо, т.к. вектор толкающего усилия направлен в сторону движения колеса, в то время как сопротивление всегда направлено против движения. Кроме того, сила F_f - это результат взаимодействия колеса с *опорной поверхностью*, а продольное усилие F_x - это результат взаимодействия колеса с *корпусом* машины. Таким образом, налицо две совершенно разные по физическому смыслу силы, поэтому их отождествление - просто ошибка. Единственное, что связывает две вышеуказанные силы F_f и F_x - это равенство их модулей, да и то, как уже отмечалось выше, только при равномерном движении колёсной машины.

К этому можно добавить, что в этой попытке подменить силу сопротивления качению толкающей силой Гришкевич А.И. не одинок. Ещё раньше в работе [23] Бидермана В.Л., Левина Ю.С., Слюдикова Л.Д. и Упориной Л.А. указывалось, что у колеса «Теряемая на внутреннее трение энергия восполняется путём приложения к колесу толкающей силы P_f ... Силу P_f принято называть силой сопротивления качению».

Как видим, эти авторы, принимая во внимание только численное равенство 2-х сил, толкающую силу, вопреки здравому смыслу, называют силой сопротивления качению.

Совсем по-другому следует понимать условность силы сопротивления Г.М. Кутьков, который справедливо отмечает, что «сопротивление качению колеса вызывают несколько разных сил и реакций», которые «различаются по месту приложения, характеру и направлению действия» [17, с. 42]. Автор полагает при этом, что в качестве силы сопротивления качению колеса «...принимают *условную силу*, равную по значению и противоположную по направлению активной толкающей (тянущей) силе, необходимой для преодоления всех сил сопротивления, возникающих при качении данного колеса в конкретных условиях» [17, с. 42].

Рассматривая вопрос о силе сопротивления качению, нельзя пройти мимо ГОСТ 17697-72 «Автомобили. Качение колеса. Термины и определения» [24].

Согласно п. 73. [24, с. 21], «Сила сопротивления качению колеса (P_f) - условная количественная характеристика сопротивления качению колеса, имеющая размерность силы и равная отношению момента сопротивления качению колеса к радиусу качения без скольжения»:

$$P_f = \frac{M_f}{r_k} \quad (6)$$

Здесь под силой сопротивления качению понимается условная величина.

Как видим, концепция условной силы сопротивления качению сформулирована ещё Г.В. Зимилевым и подхвачена затем Ю.В. Пирковским, Р.В. Виравовым и В.А. Петрушовым, которые не смогли реальное сопротивление движению колеса соотнести с соответствующей силой.

Несмотря на то что две рассмотренные версии силы сопротивления качению отрицают друг друга, они не имеют расхождений в количественной оценке этой силы.

В основе всех формул, которые положены для установления силы сопротивления качения колеса, независимо от её трактовки, лежат более или менее одни и те же представления о причинах этого сопротивления. В работах Е.А. Чудакова [8, 25, 26], Г.В. Зимилева [11],

В.И. Кнороза [6], В.А. Петрушова [27], Р.В. Виравова [13, 14 и др.], А.И. Гришкевича [15], Г.А. Смирнова [19], В.А. Петрова [28, 29] и многих других специалистов в области механики колёсных машин утверждается, что сопротивление качению колеса связано, прежде всего, с гистерезисными явлениями в самой шине, которые порождают продольное смещение центра давления шины относительно центра пятна контакта и образование плеча a , на котором вектор нормальной реакции дороги R_z образует относительно оси вращения момент сопротивления качению, равный $M_f = R_z a$. Указанный момент M_f как фактор сопротивления качению колеса очевиден для всех и не вызывает споров. Гораздо сложнее обстоит дело с радиусом колеса, к которому относят момент сопротивления качению, когда производится расчёт значения силы.

В одних работах [1, 3, 4, 17, 30] при определении силы сопротивления качению момент M_f делят на динамический (силовой) радиус r_d колеса, в других [8, 13, 16] - на кинематический (радиус качения) r_k , в третьих [15, 19, 24] - а кинематический радиус «без скольжения», в четвёртых [28, 31] - на кинематический радиус r_{kc} в свободном режиме качения, в пятых [12, 27, 29] - на радиус r_k качения в ведомом режиме, а в шестых [32] на свободный радиус r_o колеса. При этом некоторые специалисты, например, В.А. Петров, считают, что возможно использование разных радиусов колеса и этот выбор определяется не принципиальными соображениями, а лишь удобством вычисления [21]. Другие же авторы [6, 8, 25, 26 и др.], чтобы избежать решения проблемы выбора радиуса колеса, представляют силу сопротивления качению как произведение нормальной реакции R_z (или осевой нагрузки G_k) на коэффициент сопротивления качению f .

Как видим, разногласия этих авторов связаны не с самой формулой исчисления силы, а исключительно с выбором радиуса колеса (r). При этом основное разногласие вызвано противопоставлением двух радиусов колеса: кинематического и динамического. Причём, те, кто исходят из уравнения мощностей, устанавливают силу сопротивления качению посредством кинематического радиуса ($P_f = M_f / r_k$), а те, кто исходят из уравнения крутящих моментов - посредством динамического радиуса ($P_f = M_f / r_d$). При этом как те, так и другие не исследуют механизм её образования, а исходят из указанных алгебраических уравнений, в которых они включают силу, изначально не определив её как соответствующий вектор.

На наш взгляд, в формуле силы сопротивления качению наиболее оправданным выглядит присутствие динамического (силового) радиуса колеса, т.к. r_d - это расстояние между осью вращения колеса и опорной плоскостью, следовательно, это плечо для всех продольных сил, лежащих в опорной плоскости, и всех продольных сил, прикладываемых к его оси. Однако можно встретить возражения относительно использования динамического радиуса. Так, например, Петров В.А. утверждает [31], что выражать силу сопротивления качению в виде отношения момента сопротивления качению к динамическому радиусу колеса означает заведомо допускать неточность, поскольку такая формула, якобы, не учитывает обусловленные продольными силами смещения C_1 и C_2 оси колеса (рис. 2), которые создают дополнительные моменты.

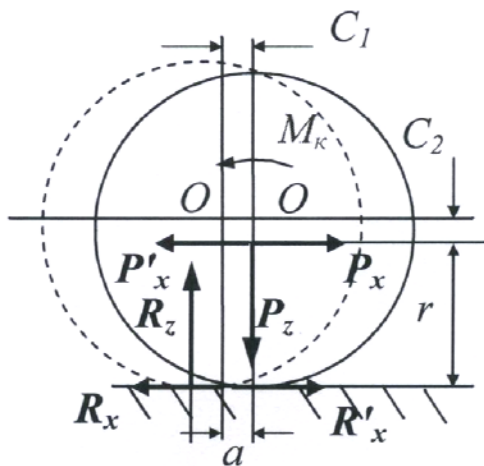


Рис. 2. Смещения оси вращения ведущего колеса [31]

На наш взгляд, такой аргумент надуман и не имеет под собой никаких оснований. Если эти смещения имеют место и вызывают дополнительные моменты сопротивления качению, то они автоматически учитываются соответствующими изменениями параметров плеча a и динамического радиуса r_d .

Возможность же использования кинематического радиуса и его модификаций вызывает значительные сомнения. Это объясняется следующим.

Во-первых, кинематический радиус – это условная величина, которая, строго говоря, к качению деформирующегося колеса не имеет прямого отношения и заимствована Е.А. Чудаковым из кинематики плоскопараллельного движения *твёрдого* тела. В связи с этим Чудаков Е.А. подменил реальное деформируемое колесо абсолютно твёрдым телом (диском), радиус которого в тот или иной момент времени определяется соотношением линейной скорости V_O перемещения его оси и мгновенной угловой скорости ω_k его вращения. Такое условное колесо имеет точечный контакт с опорной поверхностью и катится по ней без всякого проскальзывания, т.е. в режиме «чистого» качения. Такая модель не имеет ничего общего с качением реального автомобильного колеса, снабженного пневматической шиной, т.к. такое колесо не имеет и не может иметь никаких гистерезисных потерь (как абсолютно твёрдое тело) и механических потерь, связанных с проскальзыванием по опорной поверхности (т.к. у него «абсолютно чистое» качение).

Поскольку кинематический радиус r_k в общем случае существенно отличается от динамического (r_d), то силу сопротивления качению, если она вычисляется посредством радиуса качения, следует рассматривать как некое условное усилие, т.к. r_k не является плечом относительно оси вращения для всех продольных сил, лежащих в плоскости контакта колеса и дороги.

Другими словами, если в формуле (6) принимается кинематический радиус, то вместо силы P_f получается усилие, линия действия которого располагается вне плоскости контакта двух тел (колеса и дороги), поскольку $r_d \neq r_k$. Такое усилие лишено конкретного физического смысла, т.е. фактически условно.

Именно такой приходится считать силу сопротивления качению, задаваемую, например, Д.А. Чудаковым [33]. Как указывает сам автор, она прикладывается не в пятне контакта колёс, а на расстоянии, равном их теоретическому радиусу r_k от оси вращения [33, с. 25]. Чудаков Д.А. полагает, что каждая такая сила сопротив-

ления «параллельна поверхности пути и направлена против движения». При этом Д.А. Чудаков, как и все другие авторы, не объясняет, как может точка приложения и линия действия реального усилия дороги располагаться вне плоскости контакта, разделяющей колесо и саму дорогу.

Во-вторых, в зависимости от режима качения значение кинематического радиуса колеса претерпевает большие изменения. Особенно велико это изменение может быть при качении колеса в ведущем или тормозном режиме. Если всё же, вопреки канонам механики, принять, что сила сопротивления P_f лежит в плоскости дороги, а кинематический радиус колеса является при этом плечом этой силы, то логичным было бы признать, что и высота точки приложения прижимающего колесо усилия G_k , обусловленного тяжестью колёсной машины, изменяется в соответствии с кинематическим радиусом. Но в таком случае и в уравнении мощностного баланса колеса следовало бы учитывать работу силы G_k , которую она совершает из-за изменения высоты точки её приложения. Абсурдность этого вполне очевидна.

Кроме того, если кинематический радиус принимается в качестве плеча всех сил, которые лежат либо в плоскости дороги, либо приложены к оси, то из уравнения мощностного баланса колеса следует исключить работу сил трения скольжения, т.к. колесо, ось которого располагается на высоте r_k , по определению, перекачивается *без всяких проскальзываний или буксований*. Однако и это тоже никто из приверженцев r_k почему-то в расчёт не принимает.

В-третьих, кинематический радиус колеса – это отвлеченная величина, связывающая скорость оси колеса с его угловой скоростью вращения. Т.е. это – чисто кинематический параметр, а не плечо всех сил, которые передаются колесу со стороны опорной поверхности и лежат в пятне его контакта с дорогой, или продольных сил, прикладываемых к оси вращения со стороны корпуса (рамы). Поэтому все моменты сил, полученные умножением реальных сил на кинематический радиус – это *отвлечённые величины*, не имеющие ничего общего с реальными моментами, действующим на колесо. Точно так же можно охарактеризовать и силы, полученные делением реальных моментов, прикладываемых к колесу, на кинематический радиус. И неслучайно формула $P_f = M_f / r_k$ работает удовлетворительно лишь только тогда, когда r_k близок к r_d . Однако если различие радиусов r_k и r_d становится большим, то неправомерное использование кинематического радиуса вместо динамического становится особенно очевидным.

Приведём пример. Когда колёсная машина стоит на месте, а её ведущие колеса буксуют (характерное явление при эксплуатации машины в гололёд), линейная скорость колёс $V_O = 0$, а их угловая $\omega_k \neq 0$. В такой ситуации кинематический радиус ведущих колёс машины $r_k = 0$, а сила сопротивления качению каждого буксующего колеса (если исходить из формулы $P_f = M_f / r_k$) устремляется при этом в бесконечность:

$$P_f = \lim (M_f / r_k) = \lim (M_f \omega_k / V) \rightarrow \infty.$$

Очевидно, что такого роста силы сопротивления быть не может.

Таким образом, если в расчётной формуле P_f вместо динамического радиуса используется кинематический, то может возникать вопиющее несоответствие силы сопротивления качению с её реальными значениями.

Не желая отказаться от использования кинематического радиуса и тем самым избежать парадокса, некоторые специалисты, в первую очередь, Пирковский Ю.В. [12], Виравов Р.В. [13, 14] и Петрушов В.А. [27], не нашли ничего лучшего как объявить саму силу P_f «условной» или «фиктивной».

Так, Виравов Р.В., признавая, что при $V \rightarrow 0$ сила сопротивления качению P_f не может устремляться к бесконечности, объясняет это тем, что «... полученный результат является лишь следствием приложения фиктивной ... силы сопротивления качению к оси колеса» [13]. Таким образом, Виравов Р.В. указанный абсурд объясняет не тем, что сила P_f изначально определена неправильно, а тем, что она сама по себе, якобы, «фиктивна» и может быть какой угодно.

Попытки уйти от этого парадокса предприняли Ю.В. Пирковский, В.А. Петров и В.А. Петрушов.

Первый предложил скорректировать радиус ведущего колеса, т.е., несмотря на то, что колесо фактически работает в ведущем режиме, делить момент M_f сопротивления качению на радиус качения колеса ... в ведомом режиме ($r_{ко}$) [12]. Логика Ю.В. Пирковского предельно проста: так как ведомое колесо, в отличие от ведущего, никогда не буксует на месте и его радиус $r_{ко} \neq 0$, то и сила сопротивления качению ведущего колеса, вычисленного по формуле $P_f = M_f/r_{ко}$, никогда не примет бесконечно большого значения.

Петров В.А. [28] с этой же целью пытался убедить, что момент сопротивления качению следует делить на радиус $r_{кк}$ качения колеса в так называемом свободном режиме качения, который у ведущего колеса реального одиночного автомобиля никогда не реализуется.

Однако при использовании как первого ($r_{ко}$), так и второго радиуса ($r_{кк}$) возникает вопрос: силу сопротивления качению в каком режиме качения выражает формула (6) - в ведомом, свободном или ведущем. На наш взгляд, выражать силу сопротивления качению ведущего колеса через его кинематический радиус в совершенно другом режиме (ведомом или свободном режиме), нелогично, т.к. в одной формуле соединяются два совершенно разных режима качения одного и того же колеса, в результате чего получается величина силы, не имеющая ясного физического смысла.

Петрушов В.А., в отличие от двух вышеуказанных авторов, в формуле силы сопротивления качению (6) предложил не заменять кинематический радиус качения колеса в ведущем режиме на другой, а лишь ограничить величину r_k исходя из условия качения колеса «без проскальзывания» [27]. Таким образом, В.А. Петрушов, признавая, что при значительном отклонении кинематического радиуса от динамического формула (6) фактически неработоспособна, предложил формальное решение, не имеющее никакого научного обоснования. К сожалению, именно такой подход к определению силы P_f нашёл отражение и в стандарте [24], одним из основных разработчиков которого выступал сам В.А. Петрушов.

К сказанному следует добавить, что указанное ограничение на радиус качения колеса не решает проблему определения силы P_f в принципе, т.к. в этом случае остаётся без ответа вопрос о силе сопротивления качению, когда колесо всё-таки проскальзывает или буксует.

Отметим, что рассмотренный парадокс – не единственный, который возникает, если силу сопротивления

ведущего колеса определяют через кинематический радиус. Неправомысленность использования кинематического радиуса обнаруживается и при другом предельном состоянии ведущего колеса, а именно при трогании с места.

В период нагружения колеса крутящим моментом, предшествующим моменту его трогания с места, угловая и линейная скорость колеса равны нулю ($\omega = 0$, $V = 0$). В этот период радиус колеса $r_k = 0/0$ - величина математически неопределённая. Следовательно, математически неопределённой является и сила сопротивления качению. Однако практически это не так, и сила сопротивления качению принимает вполне конкретное значение, при превышении которого и начинается процесс его качения. Заметим, подобный казус не возникает, если сила сопротивления качению определяется не кинематическим, а его динамическим радиусом.

Ещё более сомнительно использование в формуле (6) свободного радиуса колеса. Выдвигаемые же при этом соображения [32], что это «более удобно», нельзя отнести к научным аргументам.

Таким образом, ясно, что формула $P_f = M_f/r_\delta$, в отличие от $P_f = M_f/r_k$, имеет гораздо больше оснований на существование, т.к. у нее нет тех недостатков, которые присущи формулам с кинематическим или другим радиусом.

Важнейшим недостатком всех воззрений на силу сопротивления качению является то, что все они не опираются на глубокий анализ всех процессов, определяющих образование этой силы. В результате чего в учебниках вообще перестали рассматривать эту силу как полноценный вектор, а ограничиваются только её количественным выражением. Так, например, в учебнике [30] авторы дают следующее определение силы [30, с. 44]: «В теории трактора отношение $M_{сnp}/r_\delta$ принято называть силой сопротивления качению $F_{сnp}$ ». При этом замалчивается вопрос о точке приложения силы, линии её действия, а также механизме её образования. Отсутствие ясности в данном вопросе приводило даже к тому, что некоторые исследователи, например, Ламовицкий В.С. [34], высказывали даже мысль о том, что «Правильнее характеризовать сопротивление качению не силой, ..., а парой трения качения».

Выводы

1. Сформировались две основные концепции силы сопротивления качению. Первая из них состоит, что сила сопротивления качению – это продольная реакция дороги (или часть продольной реакции дороги), а вторая гласит, что сила сопротивления качению – это условная (фиктивная) сила сопротивления. При этом обе концепции не имеют под собой сколь-нибудь удовлетворительного научного обоснования.

2. Численное значение силы сопротивления качению определяется формулой, выражающей отношение момента сопротивления качению к радиусу колеса. При этом одни авторы в качестве радиуса используют динамический радиус колеса, а другие предлагают использовать кинематический радиус или его разновидности.

3. Предлагаемые формулы, выражающие численное значение силы сопротивления качению колеса, противоречат друг другу и не имеют соответствующего научного обоснования. При этом большое сомнение вызывает использование кинематического радиуса (и его разновидностей), а также свободного радиуса колеса.

4. Нет ясного представления о механизме образования силы сопротивления качению колеса и о том, что она представляет собой как векторная величина.

5. Главной причиной, препятствующей научному определению вектора силы сопротивления качению, является неправильный подход к решению проблемы. Вместо того, чтобы рассмотреть физику процесса и на основе анализа определить вектор силы сопротивления качению, все исследователи сначала составляют алгебраические уравнения мощностного или силового баланса, в которых уже присутствует эта сила, а затем, интерпретируя их, пытаются объяснить, что же из себя представляет эта сила и как её при этом надо вычислять. Отсюда разноречивые в радиусах, которые используются при выражении численного значения силы сопротивления, и различные представления о самой силе как векторной величине.

Литература

1. Львов Е.Д. Теория тракторов: Учебник для вузов. – М.: Машгиз, 1960. - 252 с.
2. Диваков Н.В., Яковлев Н.А. Теория автомобиля. – М.: Высшая школа, 1962. - 300 с.
3. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, 1963. - 239 с.
4. Основы теории и расчёта трактора и автомобиля /Под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1986. - 383 с.
5. Таборек Я. Механика автомобиля. Пер. с англ. /Под ред. В.Ф. Родионова. – М.: Гостехиздат, 1960. - 207 с.
6. Работа автомобильной шины. Под ред. В.И. Кнороза. – М.: Транспорт, 1976. – 238 с.
7. Янте А. Механика движения автомобиля, ч.1. Пер. с немецк.- М.: Машгиз, 1958. - 263 с.
8. Чудаков Е.А. Избранные труды. Т. 1. Теория автомобиля.- М.: Изд-во АН СССР, 1961.- 463 с.
9. Гребнев В.П., Поливаев О.И., Ворохобин А.В. Тракторы и автомобили: Теория и эксплуатационные свойства. – М.: КНОРУС, 2011. - 264 с.
10. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. Перевод с англ. М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
11. Зимилев Г.В. Теория автомобиля. – М.: Воениздат, 1957. - 455 с.
12. Пирковский Ю.В. Некоторые вопросы качения автомобильного колеса // Автомобильная промышленность. – 1965. - № 12. – С. 26-29.
13. Вирабов Р.В. Об оценке сопротивления качению упругого колеса по жёсткому основанию// ИВ: Машиностроение, 1967, № 7. – С. 93-98.
14. Вирабов Р.В. Об оценке сопротивления качению колеса с пневматической шиной // Вестник машиностроения. - 1987. - № 7. - С. 46-50.
15. Гришкевич А.И. Автомобили: теория.- Минск: Вышэйшая школа, 1986.- 208 с.
16. Гладов Г.И., Петренко А.М. Специальные транспортные средства: Теория. Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 215 с.
17. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: Колос, 2004. - 504 с.
18. Петрушов В.А. Обобщённый метод оценки сопротивлений качению автомобилей и автопоездов с различными типами привода // Автомобильная промышленность, 1965, № 7. – С. 23-27.

19. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

20. Платонов В.Ф., Леиашвили Г.Р. Гусеничные и колёсные транспортно-тяговые машины. – М.: Машиностроение, 1986. - 296 с.

21. Петрушов В.А. Некоторые пути построения технической теории качения // Тр. НАМИ, 1963, вып. 61. – С. 3-56.

22. Пирковский Ю.В. О развитии теории качения колеса с упругой пневматической шиной // Вестник машиностроителя. - 1987. - № 12. - С.29-31.

23. Бидерман В.Л., Левин Ю.С., Слюдииков Л.Д., Упорина Л.А. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на износ, сцепление и сопротивление качению автомобильных шин. - М.: ЦНИИТЭИнефтехим, 1970. – 96 с. (Обзор. Серия: «Производство шин, РТИ и АТИ»).

24. ГОСТ 17697-72 Автомобили. Качение колеса. Термины и определения.

25. Чудаков Е.А. Качение автомобильного колеса //Труды Автомобильной лаборатории ИМ АН СССР, вып. 9. – М.- Л.: Изд. АН СССР, 1948. - 200 с.

26. Чудаков Е.А. Качение автомобильного колеса. – М.: Машгиз, 1947. - 70 с.

27. Петрушов В.А., Шуклин С.А., Московкин В.В. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов. – М.: Машиностроение, 1975. – 225 с.

28. Петров В.А. Уточнение силового баланса самоходной машины на базе развития теории качения пневматического колеса и её практическое приложение // Тракторы и сельхозмашины.- 1991.- № 7.- С. 17-19.

29. Петров В.А. Узловые вопросы теории качения пневматического колеса // Тракторы и сельхозмашины.- 1986.- № 8.- С. 18-22.

30. Тракторы: Теория: Учебник для вузов / В.В. Гуськов, Н.Н.Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. - 376 с.

31. Петров В.А. Современная теория качения пневматического колеса и её практическое приложение // Автомобильная промышленность.- 1993. - № 4. - С. 14-18.

32. Армейские автомобили: ч.1. Теория. /Под ред. А.С. Антонова. – М.: Воениздат, 1970. - 526 с.

33. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 312 с.

34. Ламовицкий В.С. Некоторые вопросы теории автомобиля // Труды Академии. Сб. 8 (42). – М., 1946 (Военная академия БТ и МВ СА).

Сведения об авторе

Копотилов Владимир Ильич, кандидат техн. наук, доцент, профессор РАЕ,

Кафедра «Естественно-научные и общепрофессиональные дисциплины»,

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова,

625028, г. Тюмень, ул. Толстого, 1. ТВВИКУ

Телефон (3452) 26-84-82; 8-912-920-88-23 (моб.)

E-mail: vikopotilov@mail.ru.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ КОНСТРУКЦИИ
СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ
ПРИ ПУЛЬСИРУЮЩЕМ НАГРУЖЕНИИ¹**

Доктор техн. наук, профессор **Медведев Ю.С.**,
кандидат физ.-мат. наук, доцент **Жучкова В.В.**
(Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков
имени Героя Советского Союза А.К. Серова)

**METHODS OF DETERMINING THE SURVIVABILITY
OF A SYSTEM DESIGN TO REDUCE THE TOXICITY OF EXHAUST GASES
AT PULSATING LOADING**

Doctor (Tech.), Professor **Medvedev Y.S.**,
Ph.D. (Phys-math.), Associate Professor **Zhuchkova V. V.**
(Krasnodar higher military aviation school for pilots
the name of the Hero of Soviet Union A. K. Serov)

Система снижения токсичности, нейтрализация, отработавшие газы.

System of reducing toxicity, neutralization, exhaust gas.

При проектировании систем снижения токсичности отработавших газов важным фактором является прогнозирование ресурса системы. Данная работа посвящена оценке живучести конструкции системы снижения токсичности отработавших газов при пульсирующем нагружении для случаев образования трещины из концентраторов напряжений различной величины. В статье численно показано, что живучесть конструкции достаточно велика в случае развития трещины из мелкого дефекта (0,5 мм) и незначительна в случае развития трещины из сравнительно крупного концентратора напряжений (4 мм). Предлагаемая методика позволяет правильно оценить степень влияния концентраторов напряжений на усталостную прочность конструкции системы снижения токсичности отработавших газов.

When designing systems to reduce the toxicity of exhaust gases, an important factor is the prediction of system life. This work is devoted to assessing the survivability of the design of the system to reduce the toxicity of exhaust gases under pulsating loading for cases of crack formation from stress concentrators of different sizes. The article shows numerically that the survivability of the structure is large enough in the case of a crack from a small defect (0.5 mm) and is insignificant in the case of a crack from a relatively large stress concentrator (4 mm). The proposed method allows to correctly assess the degree of influence of stress concentrators on the fatigue strength of the design of the system to reduce the toxicity of exhaust gases.

Ограниченность применения каталитических нейтрализаторов (КН) обусловлена, прежде всего, недостатками конструкции систем снижения токсичности (ССТ) отработавших газов (ОГ). Нестабильность параметров потока ОГ, обрабатываемого на катализаторе, предопределяет сложность задачи проектирования ССТ автотракторных ДВС [1]. Работа ССТ должна быть эффективной при длительной эксплуатации в широком диапазоне температур, концентрации и расходов ОГ [2]. Особенности конструкций ССТ дизелей определяются большими габаритными размерами реакторов, обусловленными малыми допустимыми потерями давления в нейтрализаторе, особенно для турбонадувных дизелей при значительно больших расходах ОГ [3].

На основании проведённых исследований была разработана конструкция ССТ [4] (рис.1), предложена концепция построения систем снижения токсичности на основе КН ОГ с автоматическим распределением потока газов, обеспечивающим циклическую работу каталитических реакторов с дозированным внесением катализатора в поток газов и проведением его термиче-

ской регенерации [5,6]. Предложен комплекс мероприятий, позволяющих достичь высоких характеристик КН на протяжении всего срока службы автотракторных дизелей [7].

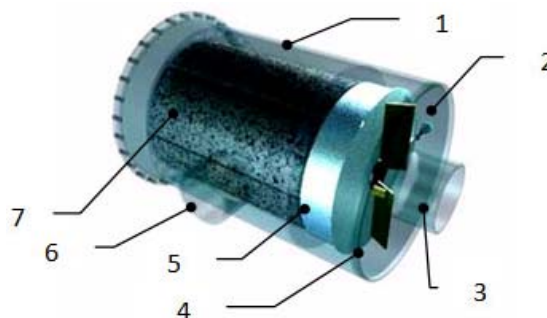


Рис. 1. Система снижения токсичности (Пат. 2248455 РФ):
1–корпус; 2–регулирующее устройство; 3–впускной патрубок;
4–полость перед распределителем потока газов;
5–распределитель потока газов; 6–выпускной патрубок;
7–каталитический реактор

¹ Проект «Метод оптимизации теплообмена в системах снижения токсичности тепловых двигателей с регенерируемыми утилизацией тепла отработавших газов каталитическими блоками» поддержан грантом Президента РФ МД-146.2010.8 по итогам конкурса молодых учёных – докторов наук 2010 года.

Однако обеспечив уровень температуры, достаточный для проведения термической регенерации в каталитическом реакторе, необходимо разработать комплекс мероприятий по предохранению катализатора и конструкции ССТ от разрушения.

Каталитический реактор работает в ССТ в условиях, характеризующихся высоким уровнем и значительными градиентами температур, а также частыми теплосменами. Помимо этого, он подвергается действию вибрационных нагрузок, работает в условиях агрессивных сред [3].

В процессе изготовления конструкции появляются дефекты, которые можно рассматривать как некоторые эквивалентные трещины по их влиянию на конструкционную прочность. Так, например, в сварных изделиях к таким дефектам можно отнести непровары, горячие и холодные трещины; в литых деталях – газовые пузыри, шлаковые включения, литейные трещины. Появление дефектов также возможно при нарушениях технологии термической обработки, шлифования и др. Это может привести к резкой концентрации напряжений и возникновению усталостных трещин на ранних стадиях эксплуатации. Поэтому большое значение имеет проблема оценки живучести конструкции в условиях эксплуатации на стадии развития трещины, т.е. от момента появления первой макроскопической трещины глубиной 0,2-0,5 мм до окончательного разрушения.

Проблема живучести очень важна, т.к. именно она определяет в основном ресурс конструкции с дефектами (сварных, литых и т.д.).

Основной характеристикой циклической трещиностойкости материала является диаграмма усталостного разрушения: скорость разрушения усталостной трещины относительно размаха коэффициента интенсивности напряжений.

В литературе приводится довольно много различных зависимостей для скорости роста трещины. Все эти зависимости практически следуют из известной формулы П. Париса, которая основана на том, что все явления в кончике трещины, в том числе и скорость ее распространения, зависят от коэффициента интенсивности напряжений.

Эта формула имеет вид:

$$\frac{dl}{dN} = 10^{-4} \left(\frac{\Delta K}{C} \right)^n,$$

где C ($МПа\sqrt{м}$), n – эмпирические постоянные;

$\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$ ($МПа\sqrt{м}$) – размах коэффициента интенсивности напряжений;

l (м) – длина трещины;

N – число циклов.

Многочисленные экспериментальные исследования хорошо подтверждают эту формулу, причем показатель степени n для различных материалов располагается в пределах 2 - 7. Для сталей можно считать $n = 4$.

Формула Париса описывает средний участок полной диаграммы усталостного разрушения, которая, как известно, в большинстве случаев имеет S-образный вид (рис. 2).

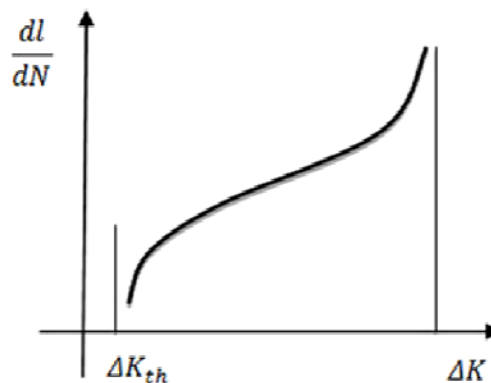


Рис. 2. Схема диаграммы усталостного разрушения.

При пульсирующем нагружении конструкции $K_{\min} = 0$, тогда размах

$$\Delta K = K_{\max}; \quad \Delta K_{th} = K_{th},$$

где K_{th} ($МПа\sqrt{м}$) – пороговый коэффициент интенсивности напряжений.

Согласно критерию усталостного разрушения при $K_{\max} < K_{th}$ усталостная трещина не развивается.

Коэффициент C приближено вычислен по формуле

$$C \approx \sqrt{K_{th} K_c},$$

где K_c – вязкость разрушения при полном разрушении.

Пороговый коэффициент интенсивности, согласно [8, 9], равен

$$K_{th} = 12,7 - 0,006\sigma_T,$$

где σ_T ($МПа$) – истинный предел текучести.

Согласно критерию усталостного разрушения распространение трещины наступает тогда, когда коэффициент интенсивности напряжений в наиболее глубокой точке достигает некоторого постоянного значения для данного материала [9]. Значения коэффициента вязкости напряжений для различных материалов имеется в справочной литературе.

После ряда вычислений, учитывая, что K_c приблизительно составляет 133 ($МПа\sqrt{м}$), скорость роста трещины для рассматриваемой конструкции, изготовленной из стали 08Х14Н7МЛ, определяется формулой

$$\frac{dl}{dN} = 10^{-4} \left(\frac{K_{\max}}{33,1} \right)^4.$$

Пусть конструкция представляет собой цилиндрическую оболочку. Радиус цилиндрической оболочки R , существенно превосходит ее толщину h (м). Оболочка подвержена внутреннему давлению P ($МПа$) [10]. Расчеты проведены для наиболее опасной трещины глубиной l , выходящей на внутреннюю поверхность оболочки.

Давление в цилиндрической оболочке создает напряжение равное $0,5\sigma_T$. Коэффициент интенсивности напряжения в этом случае равен

$$K_{\max} = \sigma_n \sqrt{l} f\left(\frac{l}{h}\right),$$

где σ_n - наибольшее номинальное напряжение.

Наибольшее номинальное напряжение связано с давлением в цилиндрической оболочке соотношением

$$\sigma_n = \frac{PR}{\sigma_T h}.$$

При глубине трещины $l_0 = 0,5 \cdot 10^{-3}$ (м) получим

$$f\left(\frac{l}{h}\right) = 2,01.$$

Тогда $K_{\max} = 24,7 \left(\text{МПа} \sqrt{\text{м}} \right)$

$$\frac{dl}{dN} = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ (мм/цикл)}.$$

При глубине $l = 4 \cdot 10^{-3}$ (м) трещины, образовавшейся из литейной раковины, получим:

$$f\left(\frac{l}{h}\right) = 3,73; K_{\max} = 129,7 \left(\text{МПа} \sqrt{\text{м}} \right);$$

$$\frac{dl}{dN} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ (мм/цикл)}.$$

Отсюда видно, что критическая глубина трещины, соответствующая коэффициенту вязкости материала, равна 4 мм. Таким образом, трещина небольшой по сравнению с толщиной стенки глубины дает возможность конструкции достаточно долго сохранять свою работоспособность. Гораздо опаснее образование трещин из крупного концентратора напряжений, тогда она сразу может достигать критического размера или приближаться к критическому размеру за небольшое число циклов. В то же время, мелкие по размеру концентраторы с высоким коэффициентом концентрации напряжения α_σ [10], моделируемые как трещины небольшой глубины, могут приводить к ситуации, когда живучесть конструкции составляет большую часть его долговечности. Это означает, что долговечность конструкции с крупным концентратором напряжений (дефекты сварного шва, литейные дефекты) определяется, в основном, числом циклов до образования трещины.

Установлено, что при учёте дефекта конструкции в случае циклического нагружения число циклов работы уменьшается на 10..14 %. Результаты хорошо согласуются с экспериментом.

При проектировании систем снижения токсичности отработавших газов определяющим для прогнозирования ресурса системы является правильное определение живучести элементов системы. Предлагаемая методика позволяет прогнозировать срок службы системы снижения токсичности на стадии её проектирования с учётом дефектов при циклическом нагружении.

Полученные результаты были использованы при разработке метода управления интенсивностью теплообмена в зоне термической регенерации системы снижения токсичности. В результате срок службы ССТ на основе КН увеличивается до 15.. 18%.

Литература

1. Гетманец Г.В., Лиханов В.А. Социально-экологические проблемы автомобильного транспорта. - М.: Наука, 1993.-330 с.
2. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1981. - 157 с.
3. Жегалин О.И., Китросский Н.А., Панчишный В.И. и др. Каталитические нейтрализаторы транспортных двигателей/ - М.: Машиностроение, 1979. - 80 с.
4. Каталитический нейтрализатор отработавших газов двигателя внутреннего сгорания: Пат. 2248455 РФ, МКИЗ 7F01 N 3/28. Медведев Ю.С – Заявл.- 30.09.2003; Оpubл. 20.03.2005. Бюл.№8.
5. Медведев Ю.С. Исследование процесса термической регенерации катализатора утилизацией тепла отработавших газов // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — 2006. - №1. - С. 47-48.
6. Медведев Ю.С. Снижение тепловых потерь в зоне термической регенерации системы снижения токсичности //Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — 2010. - №7.- С.51-53.
7. Медведев Ю.С. Аналитическая оценка физико-химических процессов, протекающих в каталитическом нейтрализаторе при регенерации блоков //Экология и промышленность России: Ежемес. общественный науч.-техн. журнал. – 2010. - №6. – С.32 -35.
8. Прочность, ресурс, живучесть и безопасность машин. / Отв. ред. Н.А. Махутов. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2008. - 576 с.
9. Петерсон Р. Коэффициенты концентрации напряжений. - М.: Мир, 1977. - 224 с.
10. Медведев Ю.С., Жучкова В.В. Применение деформационного критерия разрушения к анализу прочности при проектировании системы снижения токсичности отработавших газов // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — 2019. - №1.- С.43-46.

Сведения об авторах

Медведев Юрий Станиславович, доктор технических наук, профессор; Краснодарское высшее военного авиационного училища лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова -

350005. г. Краснодар. ул. Дзержинского, 135. КВВАУЛ.

Тел. моб. + 7 903 450 28 12.

E-mail: ysm-73@yandex.ru.

Жучкова Виктория Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент; Краснодарское высшее военного авиационного училища лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова -

350005. г. Краснодар. ул. Дзержинского, 135. КВВАУЛ.

Тел. моб. + 7 909 468 09 89.

E-mail: vvzh.53@mail.ru.

K_{30} – значение коэффициента K_3 для идеального случая, т.е. при отсутствии источников погрешностей; $K_{I_\mu U_3} = K_3 = w_2$ – коэффициент межцепного физико-технического эффекта (ФТЭ) между магнитным током I_μ и электрическим напряжением U_3 , равный числу витков измерительной обмотки и $\Delta U_3, \pm \delta U_3$ – соответственно систематические и случайные аддитивные составляющие источников погрешности, оказывающие влияния на выходное напряжение; $\Delta K_3; \pm \delta K_3$ – соответственно систематические и случайные мультипликативные составляющие источников погрешностей, влияющие на коэффициент межцепного ФТЭ K_3 ;

2) для элементарного звена-преобразователя магнитного потока Q_μ в магнитный ток I_μ (II-ой участок ПСС):

$$I_{\mu\Sigma} = j(\omega_0 + \Delta\omega \pm \delta\omega)Q_\mu + \Delta I_\mu \pm \delta; \quad (2)$$

3) для магнитоупругого эффекта (III-ий участок ПСС):

$$\begin{aligned} U_{\text{вых}} = & K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0\Delta K_3 + K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0\Delta K_3 \pm \\ & \pm K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0\sigma K_3 \pm K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0\sigma K_3 + \Delta I_\mu K_{30} \pm \\ & \pm \sigma I_\mu K_{30} + K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}\Delta\omega K_{30} + K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\Delta\omega K_{30} \pm \\ & \pm K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\sigma\omega K_{30} \pm K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\sigma\omega K_{30} + \Delta Q_\mu j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm \sigma Q_\mu j\omega_0 K_{30} + K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}\Delta K_1 U_{\text{м}} j\omega_0 K_{30} \pm K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}\sigma K_1 U_{\text{м}} j\omega_0 K_{30} + \\ & + \Delta U_\mu K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + \Delta U_\mu C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_3 \pm \sigma U_\mu K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm \sigma U_\mu C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} + \Delta K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + \\ & + \Delta K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} \pm \sigma K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm \sigma K_{20}G_{30}U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} \pm K_{20}\sigma I_3 K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm K_{20}\sigma I_3 C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} + K_{20}\Delta I_3 K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + K_{20}\Delta I_3 C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} + \\ & + K_{20}\Delta G_3 U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + K_{20}\Delta G_3 U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm K_{20}\sigma G_3 U_{\text{эн}}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} \pm K_{20}\sigma G_3 U_{\text{эн}}C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} \pm \\ & \pm K_{20}\sigma U_3 G_{30}C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} + K_{20}G_{30}\Delta U_3 K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + \\ & + K_{20}G_{30}\Delta U_3 C_{\text{мннач}}j\omega_0 K_{30} \pm K_{20}\sigma U_3 G_{30}K_{10}U_{\text{м}}j\omega_0 K_{30} + \Delta U_3 \pm \sigma U_3. \end{aligned} \quad (6)$$

Истинное значение выходного напряжения, соответствующее идеальному случаю, когда источники погрешностей отсутствуют, определяемое по ПСС, имеет следующий вид:

$$U_{\text{э.вых.0}} = K_{30}j\omega_0 C_{\text{мннач}}K_{20}G_{30}U_{\text{эн}} + K_{30}j\omega_0 K_{10}K_{20}G_3 U_{\text{эн}}U_{\text{м}}. \quad (7)$$

Точность любого измерительного преобразователя, в том числе и МУД усилий, по определению наиболее близка к его приведенной погрешности. Поэтому оценку погрешности разработанного магнитоупругого датчика усилий производим для приведенной погрешности [9]:

$$\begin{aligned} Q_{\mu\Sigma} = & Q_\mu + \Delta Q_\mu \pm \delta Q_\mu = U_{\mu\Sigma} C_{\mu\Sigma} = \\ = & U_{\mu\Sigma} (C_{\text{мннач}} + C_\mu) + \Delta Q_\mu \pm \delta Q_\mu = \\ = & U_{\mu\Sigma} [C_{\text{мннач}} + (K_{10} + \Delta K_1 \pm \delta K_1)U_{\text{м}}] + \Delta Q_\mu \pm \delta; \end{aligned} \quad (3)$$

4) для эффекта ампервитков (IV-ый участок ПСС):

$$\begin{aligned} U_{\mu\Sigma} = & U_\mu + \Delta U_\mu \pm \delta U_\mu = \\ = & (K_{20} + \Delta K_2 \pm \delta K_2)I_{3\Sigma} + \Delta U_\mu \pm \delta; \end{aligned} \quad (4)$$

5) для параметра электрической проводимости (V – ой участок ПСС):

$$\begin{aligned} I_{3\Sigma} = & I_3 + \Delta I_3 \pm \delta I_3 = (G_{30} + \Delta G_3 \pm \delta G_3) \cdot U_{3\Sigma} + \Delta I_3 \pm \delta I_3 = \\ = & (G_{30} + \Delta G_3 \pm \delta G_3)(U_{3II} + \Delta U_3 \pm \delta U_3 + \Delta I_3 \pm \delta I_3). \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя последовательно последние уравнения в предыдущие, и пренебрегая членами второго и высшего порядка малости, получим следующее аналитическое уравнение статической характеристики с учетом всех возможных источников погрешностей:

$$\gamma = \frac{U_{\text{э.вых.}\Sigma} - U_{\text{э.вых.0}}}{U_{\text{э.вых.}\max}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где $U_{\text{э.вых.}\max}$ – максимальное значение выходного напряжения, соответствующее максимальному значению измеряемого (преобразуемого) усилия $U_{\text{м.}\max}$, выражаемое как:

$$\begin{aligned} U_{\text{э.вых.}\max} = & K_{30}j\omega_0 C_{\mu 0} K_{20}G_{30}U_{\text{эн}} + \\ & + K_{30}j\omega_0 K_{10}K_{20}G_3 U_{\text{эн}}U_{\text{м.}\max}. \end{aligned} \quad (9)$$

Подставляя (6), (7), (9) в (8), получим следующее выражение приведенной погрешности разработанного МУД усилий:

$$\gamma = \frac{\Delta K_3}{K_{30}} \pm \frac{\delta K_3}{K_{30}} + \frac{\Delta I_\mu}{j\omega_0 K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х})} \pm \frac{\delta I_\mu}{j\omega_0 K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х})} + \frac{\Delta \omega}{\omega_0} \pm \frac{\delta \omega}{\omega_0} +$$

$$+ \frac{\Delta Q_\mu}{K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х})} \pm \frac{\delta Q_\mu}{K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х})} + \frac{U_{\text{м.ма}х} \Delta K_1}{C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}} \pm \frac{U_{\text{м.ма}х} \delta K_1}{C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}} + \frac{\Delta U_\mu}{K_{20} U_{\text{эн}0} G_{30}} \pm$$

$$\pm \frac{\delta U_\mu}{K_{20} U_{\text{эн}0} G_{30}} + \frac{\Delta K_2}{K_{20}} \pm \frac{\delta K_2}{K_{20}} + \frac{\Delta I_3}{U_{\text{эн}0} G_{30}} \pm \frac{\delta I_3}{U_{\text{эн}0} G_{30}} + \frac{\Delta G_2}{G_{30}} \pm \frac{\delta G_2}{G_{30}} + \frac{\Delta U_3}{U_{\text{эн}0}} \pm \frac{\delta U_3}{U_{\text{эн}0}} + \frac{\Delta U_3}{U_{\text{э.вых.ма}х}} \pm \frac{\delta U_3}{U_{\text{э.вых.ма}х}} \quad (10)$$

В идеальном случае (при отсутствии источников погрешностей) [10]:

$$\left. \begin{aligned} I_{\mu 0} &= j\omega_0 K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}), \\ Q_{\mu 0} &= K_{20} G_{30} U_{\text{эн}0} (C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}), \\ U_{\mu 0} &= K_{20} U_{\text{эн}0} G_{30}, \\ I_{30} &= U_{\text{эн}0} G_{30}, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\gamma = \frac{\Delta K_3}{K_{30}} \pm \frac{\delta K_3}{K_{30}} + \frac{\Delta I_\mu}{I_{\mu 0}} \pm \frac{\delta I_\mu}{I_{\mu 0}} + \frac{\Delta \omega_0}{\omega_0} \pm \frac{\delta \omega_0}{\omega_0} + \frac{\Delta Q_\mu}{Q_{\mu 0}} \pm \frac{\delta Q_\mu}{Q_{\mu 0}} +$$

$$+ \frac{U_{\text{м.ма}х} \Delta K_1}{C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}} \pm \frac{U_{\text{м.ма}х} \delta K_1}{C_{\text{мн}ач} + K_{10} U_{\text{м.ма}х}} + \frac{\Delta U_\mu}{U_{\mu 0}} \pm \frac{\delta U_\mu}{U_{\mu 0}} + \frac{\Delta K_2}{K_{20}} \pm$$

$$\pm \frac{\delta K_2}{K_{20}} + \frac{\Delta I_3}{I_{30}} \pm \frac{\delta I_3}{I_{30}} + \frac{\Delta G_2}{G_{30}} \pm \frac{\delta G_2}{G_{30}} + \frac{\Delta U_3}{U_{\text{эн}0}} \pm \frac{\delta U_3}{U_{\text{эн}0}} +$$

$$+ \frac{\Delta U_3}{U_{\text{э.вых.ма}х}} \pm \frac{\delta U_3}{U_{\text{э.вых.ма}х}} \quad (12)$$

уравнение (10) переписывается как:

Таблица 1.

Результаты исследования погрешностей разработанных МУД

Источники	Величина, ±%	Пути снижения	Снижение до: ±%
Нелинейность рабочей характеристики	3,0 - 7,0	Частичный отжиг магнитопровода	0,5
		Введение большого сопротивления в электрическую цепь МУД	0,5
		Введение в магнитную цепь воздушного зазора	0,7
		Исключение из рабочей характеристики наиболее нелинейной части	0,3
		Сложение или вычитание двух характеристик с нелинейностью одинакового знака	0,2
		Регулирование параметров источника питания	0,5
		Преобразование аналогового сигнала в пропорциональную частоту	0,1
Магнитоупругий гистерезис	1,5 - 2,0	Изготовление магнитопровода монолитным	0,2
		Набор магнитопровода из отдельных пластин трансформаторной стали, чередующихся с прокладками из высокоупругих материалов	0,15
		Периодическое воздействие на магнитопровод с помощью затухающего магнитного поля, механических ударов, ультразвуковых колебаний	0,35
Изменение температуры окружающей среды	1,5 - 2,5 на 10°C	Использование второго, ненагружаемого усилителем МУД	0,1 на 10°C
		Стабилизация входного сопротивления МУД за счет коррекции ампер-витков намагничивания	0,01 на 10°C
		Перераспределение сигнала между двумя сопротивлениями, одно из которых имеет большой температурный коэффициент, а другое – близкое к нулю	0,05 на 10°C
		Наложение на магнитопровод дополнительной обмотки, замкнутой на термосопротивление	0,1 на 10°C
		Использование дифференциальных схем	0,015 на 10°C
Нестабильность параметров источника питания	до 15,0	Использование стабилизаторов	1,0
		Сопоставление выходного сигнала с параметрами входной цепи	0,7
		Использование метода преобразования переменного напряжения в постоянное, стабилизация ее, а потом снова на переменное напряжение	0,01
		Преобразование высокостабильного постоянного напряжения в прямоугольные импульсы	0,01

В таблице 1 приведены результаты исследования погрешностей разработанных МУД на основе вышеприведенных ПСС и уравнений, составленных на их основе.

Выводы

Исследование погрешности разработанных магнитоупругих датчиков усилий методом параметрических структурных схем показывают, что наибольший вклад в величину погрешности новых магнитоупругих датчиков усилий вносят нелинейность рабочей характеристики, магнитоупругий гистерезис, изменение температуры окружающей среды и нестабильность параметров источника питания. Выявлены пути снижения погрешности. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что относительная приведенная погрешность разработанных МУД не превышает $\pm 0,5\%$.

Литература

1. Датчики: Справочное пособие/ Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. - Москва: Техносфера, 2012.- 624 с.
2. Principles of electrical measurement. S Tumanski. Warsaw University of Technology Warsaw, Poland 2006 by Taylor&Francis Group. ISBN 0-7503-1038-3.
3. Гуманюк М.Н., Мостовой А.В. Современное состояние и перспективы развития магнитоупругих преобразователей. – Обзорная информация/ЦНИИ ТЭИ приборостроения. – Москва, 1977. – 59 с.
4. Автоматические устройства с магнитоупругими преобразователями /Твердин Л.М., Панченко В.М., Всеволодов Б.В., Закорюкин В.Б. – Москва: Энергия, 1974. Библиотека по автоматике. Выпуск 517. - 96 с.
5. The measurements, instrumentation, and sensors handbook; John G. Webster, editor-in-chief, USA 1999 by CRC Press LLC. ISBN 3-540-64830-5.

6. Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод научно-технического творчества. – Москва: ВНИИПИ ГКНТ, 1988. –124с.

7. Патент РУз (UZ) № IAP 04866. Магнитоупругий датчик усилий/ Амиров С.Ф., Назирова З.Г., Жураева К.К., Болтаев О.Т., Шарапов Ш.А., Файзуллаев Ж.С.//Официальный вестник. – 2014. - №4.

8. Патент РУз (UZ) № IAP 05432. Магнитоупругий датчик усилий/ Амиров С.Ф., Турдибеков К.Х., Жураева К.К., Болтаев О.Т., Файзуллаев Ж.С.// Официальный вестник. -2017. - №10.

9. Grimes C.A., Ong K.G., Loisel K., Stoyanov P.G., Kouzoudis D., Liu Y., Tong C., Tefiku F. Magnetoelastic sensors for environmental monitoring. Smart Mater. Struct. 1999;8:639–646. Google Scholar.

10. Kouzoudis D., Grimes C.A. The frequency response of magnetoelastic sensors to stress and atmospheric pressure. Smart Mater. Struct. 2000;9:885–889. Google Scholar.

Сведения об авторах

Амиров Султон Файзуллаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой “Электроснабжение железных дорог” Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта
100167, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Адилходжаев-1
Тел. +998712990784, +998904265341
E-mail: sulton.amirov@bk.ru.

Жураева Камила Комиловна, к.т.н., и.о. доцент кафедры “Электроснабжение железных дорог” Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта
Тел. +998712990444, +998909512773
E-mail: lade00@bk.ru.

**ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПРИ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЯХ ИЛИ ПРЕКРАЩЕНИИ
ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Аспирант **Ошорова В.В.**,
кандидат техн. наук, доцент **Брагинский С.А.**,
кандидат техн. наук, доцент **Ивахненко А.А.**,
кандидат техн. наук, доцент **Гоголин С.С.**
(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. МАДИ)

**PUBLIC CONTROL OF THE ORGANIZATION OF ROAD TRAFFIC
UNDER TEMPORARY LIMITATIONS OR TERMINATION OF VEHICLE TRAFFIC**

Postgraduate **Oshorova V.V.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Braginsky S.A.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Ivakhnenko A.A.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Gogolin S.S.**
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)

Контроль мероприятий по организации дорожного движения, временные ограничения или прекращения движения транспортных средств, законодательство, общественный контроль, государственный контроль, субъекты общественного контроля.

Control over measures for the organization of traffic, temporary restrictions or termination of traffic, legislation, public control, state control, subjects of public control.

В статье рассмотрены формы общественного контроля, а также представлены предложения по их содержанию при реализации компетентными органами мероприятий по введению временных ограничений или прекращению движения транспортных средств.

The article deals with the forms of public control, as well as proposals on their content in the implementation of measures by the competent authorities to introduce temporary restrictions or stop the movement of vehicles.

По Федеральному закону от 29 декабря 2017 г. № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Федеральный закон № 443-ФЗ) с 30 декабря 2018 г. допускаются временные ограничения или прекращение движения транспортных средств в целях обеспечения эффективности организации дорожного движения [1]. Указанный Федеральный закон вводит нормы права, допускающие в определенный период ограничение свободного перемещения водителей и пассажиров транспортных средств в зоне дорожного движения без исполнения определенных условий или требований [2]. Последствия предлагаемого регулирования носят массовый характер, поскольку ограничивают свободное перемещение граждан. Соответствие повышения эффективности организации дорожного движения выбранному механизму - введению ограничения или прекращению движения транспортных средств - должно проверяться самими гражданами через формы общественного контроля в обеспечение реализации своих прав, предусмотренных статьей 3 Конституции Российской Федерации [3].

Формы общественного контроля определены положениями Федерального закона РФ от 21 июля 2014 года № 212-ФЗ, которые будут рассмотрены применительно к мероприятиям по ограничению или прекращению движения транспортных средств.

В соответствии со статьей 4 Федерального закона № 212-ФЗ под общественным контролем понимается

деятельность субъектов общественного контроля, осуществляемая в целях наблюдения за деятельностью органов государственной власти, органов местного самоуправления, государственных и муниципальных организаций, иных органов и организаций, осуществляющих в соответствии с федеральными законами отдельные публичные полномочия, а также в целях общественной проверки, анализа и общественной оценки издаваемых ими актов и принимаемых решений.

В соответствии со статьей 3 Федерального закона № 212-ФЗ граждане Российской Федерации вправе участвовать в осуществлении общественного контроля как лично (в качестве общественных инспекторов и общественных экспертов), так и в составе общественных объединений и иных негосударственных некоммерческих организаций [4].

В соответствии со статьей 9 Федерального закона № 212-ФЗ субъектами общественного контроля являются:

- 1) Общественная палата Российской Федерации;
- 2) общественные палаты субъектов Российской Федерации;
- 3) общественные палаты (советы) муниципальных образований;
- 4) общественные советы при федеральных органах исполнительной власти, общественные советы при законодательных (представительных) и исполнительных органах государственной власти субъектов Российской Федерации.

Для осуществления общественного контроля в случаях и порядке, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации, могут создаваться:

- общественные наблюдательные комиссии;
- общественные инспекции;
- группы общественного контроля;
- иные организационные структуры общественного контроля.

Представителями субъектов общественного контроля могут быть общественный инспектор, общественный эксперт, разрабатывающие заключения для подготовки субъектами общественного контроля итоговых документов, чья деятельность регулируется статьями 21 и 23 Федерального закона № 212-ФЗ.

Принципиальным требованием при осуществлении общественного контроля для его участников является участие только на общественных началах и только при отсутствии конфликта интересов.

Цели и задачи общественного контроля дорожного движения определены статьями 4 – 6 Федерального закона № 212-ФЗ. При введении временных ограничений или прекращении движения транспортных средств (далее – ограничения) следует выделить цель и общественное мнение. Общественное мнение включает предложения и рекомендации граждан, общественных объединений и иных негосударственных некоммерческих организаций (далее – общественное мнение) при принятии решений органами государственной власти, органами местного самоуправления, государственными и муниципальными организациями, иными органами и организациями, осуществляющими в соответствии с федеральными законами отдельные публичные полномочия (далее – компетентные органы, осуществляющие публичные полномочия).

Так, в соответствии с положениями Федерального закона № 443-ФЗ решения в виде временного ограничения или прекращения движения отражаются в комплексных схемах организации дорожного движения, а также направлены на их реализацию, в проектах организации дорожного движения (далее – документация по организации дорожного движения).

Комплексные схемы организации дорожного движения разрабатываются и утверждаются **органом местного самоуправления**.

Проекты организации дорожного движения, разрабатываемые для автомобильных дорог местного значения либо их участков, для иных автомобильных дорог либо их участков, расположенных в границах муниципального образования, утверждаются органами местного самоуправления или организациями, уполномоченными органами местного самоуправления в области организации дорожного движения. Таким образом, ограничения дорожного движения, разработанные органами местного самоуправления, оформленные в документации по организации дорожного движения, могут **являться объектом общественного контроля на предмет учета общественного мнения**.

Среди задач, обозначенных Федеральным законом № 212-ФЗ, особую роль при введении ограничений следует отнести **содействию предупреждения и разрешения социальных конфликтов**. Социальный конфликт рассматривается как наивысшая стадия развития противоречий в обществе в целом, которая характеризуется столкновением противоположно направленных интересов, целей, позиций субъектов взаимодействия.

Введение ограничений должно подтвердить достижение своей конечной цели – повышение эффективности организации дорожного движения, а не подмену результатов снижением транспортной подвижности населения вразрез интересам общества.

Главным принципом общественного контроля вводимых ограничений следует отметить обязательность рассмотрения компетентными органами, осуществляющими публичные полномочия, итоговых документов, подготовленных по результатам общественного контроля, а в случаях, предусмотренных законодательством – учет указанными органами и организациями предложений, рекомендаций и выводов, содержащихся в этих документах. Таким образом, законодательство предусматривает учет итогов общественного контроля, в том числе, возможность корректировки документации по организации дорожного движения.

В соответствии со статьей 10 Федерального закона № 212-ФЗ итоги общественного контроля могут быть направлены субъектами общественного контроля в средства массовой информации. Средства массовой информации реализуют один из обозначенных принципов общественного контроля – публичность и открытость его результатов.

В соответствии со статьей 26 Федерального закона № 212-ФЗ общественный контроль позволяет оспорить действия (бездействие) компетентных органов, осуществляющих публичные полномочия в судебном и (или) административном порядке и иным установленным законодательством, Общественными объединениями и иными негосударственными некоммерческими организациями.

Общественный контроль может осуществляться в формах, предусмотренных статьями 19, 20, 22 Федерального закона № 212-ФЗ:

- общественного мониторинга;
- общественной проверки;
- общественной экспертизы;
- общественного обсуждения;
- общественного слушания;
- иных формах, не противоречащих данному Федеральному закону.

При введении ограничений, прекращения движения транспортных средств наиболее подходящими формами контроля представляются **общественная проверка и общественная экспертиза**.

Общественная проверка предусматривает совокупность действий субъекта общественного контроля по сбору и анализу информации, проверке фактов и обстоятельств, касающихся общественно значимой деятельности компетентных органов, осуществляющих публичные полномочия, а также деятельности, затрагивающей права и свободы человека и гражданина, права и законные интересы общественных объединений и иных негосударственных некоммерческих организаций.

Таким образом, устанавливается достаточно обширная сфера деятельности органов власти, которая может подлежать общественной проверке – общественно значимая деятельность. В законодательстве Российской Федерации толкование такой деятельности отсутствует, однако представляется обоснованным отнесение деятельности, связанной с организацией дорожного движения, к общественно значимой сфере в связи непосредственным ее воздействием на массовое «транспортное поведение» общества.

Общественные проверки проводятся в случаях и порядке, которые предусмотрены федеральными законами. Статья 15 Федерального закона № 443-ФЗ наделяет общественные объединения полномочиями проводить исследования причин и обстоятельств недостаточного обеспечения эффективности организации дорожного движения в соответствии с установленным законодательством Российской Федерации. Тогда содержание общественной проверки деятельности органов и организаций по введению ограничений дорожного движения с учетом положений статьи 20 Федерального закона № 212-ФЗ может включать в себя сбор и анализ информации, проверку фактов и обстоятельств, предшествующих введению ограничений, исследования существующих и прогнозируемых параметров дорожного движения. Кроме того, проверка включает статистическую информацию и иные документы, а также подготовку заключения о фактах и обстоятельствах нарушения общественных интересов в результате проведенных мероприятий [5].

Следующая форма общественного контроля - **общественная экспертиза** – форма осуществляемого на добровольных началах привлечения населения (общества) к экспертной деятельности в отношении социально значимых объектов (законов, проектов, программ, решений и т.п.). В них выражается реальное отношение большинства народа, социальной группы, элементов общественной системы к фактам, событиям, явлениям, процессам, затрагивающим потребности и интересы социальной общности как совокупности индивидов, отличающейся целостностью, выступающей самостоятельным субъектом социального действия [6]. При этом в соответствии со статьей 22 Федерального закона № 212-ФЗ проведение общественной экспертизы является обязательным в отношении актов, проектов актов, решений, проектов решений, документов и других материалов в случаях, установленных федеральными законами.

Таким образом, у субъектов Российской Федерации и муниципальных образований отсутствуют полномочия на определение актов, подлежащих общественной экспертизе в обязательном порядке, что могло быть актуально в отношении документации по организации дорожного движения. Для случаев, когда общественная экспертиза является обязательным условием, предусмотрен конкурсный отбор экспертов в конкретном виде деятельности. При установлении обязательной общественной экспертизы, связанной с ведением ограничений дорожного движения, компетентными органами, осуществляющими публичные полномочия, может быть предусмотрен конкурсный отбор экспертов среди специалистов профессий и должностей, связанных с организацией дорожного движения. Они должны соответствовать квалификационным требованиям, установленным Минтрансом России, на основании статьи 8 Федерального закона № 443, для включения их в состав экспертной комиссии либо для самостоятельной подготовки ими итогового документа.

Ограничений прав компетентных органов, осуществляющих публичные полномочия инициировать в добровольном порядке проведение общественной экспертизы решений, связанных с введением ограничения дорожного движения, установленных Федеральным законом № 212-ФЗ, не выявлено.

Инициаторами общественной экспертизы могут быть как указанные компетентные органы, так и субъекты общественного контроля, обозначенные федеральным законом № 212-ФЗ.

В ходе проведения общественной экспертизы актов, связанных ограничением дорожного движения, проверяется соответствие исследуемого акта законодательству Российской Федерации, а также соблюдению или несоблюдению прав и свобод человека и гражданина, прав и законных интересов общественных объединений и иных негосударственных некоммерческих организаций.

Общественный мониторинг, как форма общественного контроля, в соответствии с положениями статьи 19 Федерального закона № 212-ФЗ ориентирован на наблюдение за деятельностью органов государственной власти, органов местного самоуправления, государственных и муниципальных организаций, иных органов и организаций, осуществляющих в соответствии с федеральными законами отдельные публичные полномочия. По отношению к конкретным решениям, отраженным в документации по организации дорожного движения, общественный мониторинг носит слишком обобщенный, собирательный характер, хотя и не исключает возможности его применения для выявления оснований проведения общественной экспертизы и общественной проверки деятельности органов власти в сфере организации дорожного движения.

Следует отметить, что понятие «мониторинг» имеет широкую практику правоприменения в различных отраслях для осуществления государственного контроля (налоговый мониторинг, мониторинг атмосферного воздуха и иное).

В рамках введения ограничений дорожного движения мониторинг организации дорожного движения также предусмотрен статьей 10 Федерального закона № 443-ФЗ. Мониторинг дорожного движения осуществляется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере дорожного хозяйства, уполномоченными органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органами местного самоуправления, организациями, уполномоченными в области организации дорожного движения.

Указанные субъекты являются субъектами государственного мониторинга и не соотносятся с субъектами общественного контроля, предусмотренными статьей 9 Федерального закона № 212-ФЗ, однако цели государственного мониторинга дорожного движения не противоречат целям, принципам общественного мониторинга, обозначенным Федеральным законом № 212-ФЗ [7].

Так, мониторинг дорожного движения осуществляется в целях формирования и реализации государственной политики в области организации дорожного движения, оценки деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по организации дорожного движения. Также мониторинг дорожного движения осуществляется в целях обоснования выбора мероприятий по организации дорожного движения, формированию комплекса мероприятий, направленных на обеспечение эффективности организации дорожного движения.

Таким образом, понятие «мониторинг» в правоприменении может использоваться как в форме государственного контроля, так и в форме общественного контроля. В отличие от государственного контроля, где содержание мониторинга, как правило, регламентируется порядками, утвержденными компетентными федеральными органами исполнительной власти, порядок общественного мониторинга устанавливается организаторами общественного мониторинга. К ним относятся Общественная палата Российской Федерации, общественные палаты субъектов Российской Федерации, общественные палаты (советы) муниципальных образований, общественные наблюдательные комиссии, общественные инспекции, общественные объединения и иные негосударственные некоммерческие организации.

Содержание мероприятий, связанных с общественным мониторингом дорожного движения, в связи с введенным ограничением на основании положений статьи 10 Федерального закона № 443-ФЗ может включать наблюдение субъектами общественного контроля изменений параметров дорожного движения в результате решений организаторов общественного мониторинга и организаций, осуществляющих в соответствии с федеральными законами отдельные публичные полномочия.

Таким образом, содержание мероприятий общественного мониторинга будет носить индивидуальный характер в зависимости от конкретной отрасли. Вместе с тем, не исключаются полномочия Минтранса России на издание акта рекомендательного характера по проведению общественного мониторинга деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления, государственных и муниципальных организаций, иных органов и организаций, связанной с ведением временных ограничений дорожного движения.

По результатам проведения общественного мониторинга может быть подготовлен итоговый документ, который подлежит обязательному рассмотрению органами государственной власти, органами местного самоуправления, государственными и муниципальными организациями, иными органами и организациями. Вместе с тем, формулировка «может быть», предусмотренная пунктом 5 статьи 19 Федерального закона № 212-ФЗ, допускает случаи отсутствия каких-либо итоговых документов.

Анализ частей 1-4 статьи 24 Федерального закона № 212-ФЗ (формы общественного обсуждения) показал, что общественное обсуждение представляет собой не единовременное мероприятие (акт), а акцию, включающую обмен мнениями по определенному общественно значимому вопросу в течение определенного отрезка времени (от нескольких недель до нескольких месяцев), а также подведение итогов данного обмена мнениями. При этом участники обсуждения могут использовать для представления мнений средства массовой информации и сеть «Интернет» [8, 9].

Например, на сайте представительного органа местного самоуправления может проводиться обсуждение проектов решений муниципальных властей, а также проектов законов субъекта Российской Федерации. В этих случаях организатор обсуждения, устанавливает продолжительность такого обсуждения (например, один месяц), а также порядок установления результатов.

Кроме того, постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2012 г. № 851 определен порядок раскрытия федеральными органами исполнительной власти информации о подготовке проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения [10].

Вместе с тем, мероприятия по введению ограничения подлежат определению в документации по организации дорожного движения, которая утверждается, как правило, на уровне органов местного самоуправления (статья 17 Федерального закона № 443-ФЗ). Таким образом, законодательство не предусматривает проведение общественных обсуждений документации по организации дорожного движения в обязательном порядке.

Однако институт общественного обсуждения распространяется на проекты, подготовленные государственными и муниципальными организациями, иными органами и организациями, осуществляющими в соответствии с федеральными законами отдельные публичные полномочия.

Акты федеральных органов исполнительной власти, затрагивающие вопросы ограничения дорожного движения, подлежат публичным обсуждениям в порядке, установленном указанным постановлением, а также размещению на Федеральном портале проектов нормативных правовых актов, кроме того, проведению независимой антикоррупционной экспертизы и оценке регулирующего воздействия (в установленных случаях).

Анализ положений статьи 25 Федерального закона № 212-ФЗ в отношении формы контроля общественных слушаний показал, что важнейшими признаками общественных (публичных) слушаний являются их точность, открытость и публичность. Если общественные обсуждения могут проходить в заочной форме, в том числе с использованием средств массовой информации и информационно-коммуникационной сети «Интернет», то общественные слушания - это всегда собрания граждан, стремящихся принять участие в общественном контроле выработки общественно значимых решений.

Организация общественных слушаний может производиться субъектом общественного контроля, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, органами государственной власти и иными осуществляющими публичные полномочия.

В соответствии с частью 2 статьи 25 Федерального закона № 212-ФЗ общественные (публичные) слушания проводятся по вопросам государственного и муниципального управления в сферах охраны окружающей среды, закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд и в других сферах, установленных федеральными законами, законами субъектов Российской Федерации, муниципальными нормативными правовыми актами. Таким образом, Федеральным законом № 212-ФЗ не предусматривается возможность высших исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления организовывать публичные слушания вопросов, связанных с ведением ограничений дорожного движения.

Вывод. Результаты проведенного исследования позволяют соотнести формы общественного контроля, предусмотренные Федеральным законом № 212-ФЗ, с полномочиями, целями, задачами Федерального закона

№ 413-ФЗ, регулирующего вопросы ограничения дорожного движения.

Произведенный анализ показал, что многообразие форм общественного контроля, субъектов общественного контроля позволяют организаторам в зависимости от целей, задач общественного контроля реализовать различные по своему содержанию мероприятия, направленные на оценку эффективности решений, связанных с введением ограничений дорожного движения и их последствий.

Важно отметить, что система общественного контроля, основы которой определены положениями Федерального закона № 212-ФЗ, сформирована таким образом, что, несмотря на отсутствие у субъектов общественного контроля властных полномочий, она допускает воздействие этих субъектов на подконтрольный объект с целью недопущения или устранения каких-либо нарушений путем обращения в государственные органы.

Актуальность проведенного исследования подтверждается массовым характером обратной связи общества при реализации мероприятий по ограничению дорожного движения.

Литература

1. Федеральный закон от 29 декабря 2017 г. № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

2. Чеботаев А. А., Ивахненко А. М., Фаддеева Е. Ю., Ошорова В. В. Исследование Федерального законодательства на предмет управления транспортным спросом в сфере пассажирских перевозок автомобильным транспортом // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — 2018. - № 5. — С. 21-27.

3. Михеева Т.Н. Общественный контроль с позиций конституционного права граждан на участие в управлении делами государства // Актуальные проблемы российского права. — 2018. - № 10.

4. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации»

5. Лапшина А.И. Общественный контроль и иные институты контроля общества за деятельностью органов государственной власти // Правовое государство: теория и практика. - 2014. - № 2 (36). - С. 136.

6. Захарова В.И. Общественная экспертиза законопроектов (социологический анализ): Дис. ... канд. социол. наук. - М., 2005. - С. 18 - 19.

7. Медников А., Общественный контроль и государственный надзор: в чем разница. СНКК «Росконтроль» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roscontrol.com/community/companies/blog/4-fakto-tom-chem-gosudarstvenniy-nadzor-otlichaetsya-ot-obshchestvennogo-kontrolya> (дата обращения: 19.02.2019)

8. Ивахненко А.М., Фаддеева Е.Ю., Кузьмичева Е.О., Ошорова В.В., Мамедов Б.А. Разработка предложений по определению критериев ограничения движения ТС с различной наполненностью пассажирами // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. - 2018. - № 4 (18). - С. 9.

9. Ивахненко А.М., Яшуков А.В., Саркиев В.М., Ошорова В.В., Нгуен Т. Алгоритмы введения временных ограничений или прекращения движения автомобилей в целях регулирования пропускной способности дорог // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН. — 2018. - № 12. — С. 51-57.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2012 г. № 851 «О порядке раскрытия федеральными органами исполнительной власти информации о подготовке проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения».

Сведения об авторах

Ошорова Валерия Владимировна, аспирант 4-го курса кафедры «Менеджмент» МАДИ – 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64.

Тел. моб. +7-915-038-74-03

Email: angel-roza@mail.ru.

Брагинский Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб. +7-915-193-97-11

Email: arractur@gmail.com.

Ивахненко Андрей Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб. +7-915-487-19-77

Email: ivakhnenko_aa@inbox.ru.

Гоголин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб.: +7-926-363-54-32

Email: 5025848@gmail.com.

СМЕННО-СУТОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Кандидат техн. наук, доцент **Арифуллин И.В.**,
кандидат техн. наук, доцент **Терентьев А.В.**
(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ))
Магистрант **Ткачев Е.И.**
(Санкт-Петербургский горный университет)

PRESENT DAY SPECIFICITIES OF SHIFT WORK SCHEDULING INROAD FREIGHT

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Arifullin I.V.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Terent'ev A.V.**
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)
Master Student **Tkachev E. I.**
(Saint-Petersburg Mining University)

Грузовые автомобильные перевозки, автотранспортное предприятие, сменно-суточное планирование, эксплуатация подвижного состава, технико-эксплуатационные показатели

Road freight, automobile enterprise, shift work scheduling, vehicle usage, technical and performance characteristics

В статье рассматриваются трудности практики взаимоотношений работы грузовых автотранспортных предприятий (АТП) и их клиентуры в связи с разделением крупных и образованием мелких производств и частных автохозяйств. Предложена методика оперативного планирования работы подвижного состава для совокупности средних автотранспортных систем перевозок грузов, которая позволит совершить оптимизацию при осуществлении перевозочного процесса.

The article discusses the difficulties of the practice of the relationship of the work of freight transport companies (ATP) and their clientele in connection with the separation of large and the formation of small industries and private fleets. The proposed methodology for operational planning of the rolling stock for a set of medium-sized road transportation systems of goods, which will allow to make optimization in the implementation of the transportation process.

В ряде исследований разрабатываются методики, позволяющие учитывать сложный характер производства сменно-суточного планирования грузовых АТП в современных условиях. Например, в работе [1] отмечается, что специфической особенностью работы грузовых автотранспортных предприятий (АТП) является «частое изменение клиентуры, видов грузов и их объемов, расстояний перевозок и т.д.» и что существующие методики планирования и анализа работы грузовых автомобилей АТП не дают возможности получать достоверные результаты в режиме оперативного планирования. Предлагается на основании усовершенствованной математической модели для проведения анализа (метод цепных подстановок) влияния технико-эксплуатационных показателей (ТЭП) на эффективность работы автомобилей оценить эффективность функционирования парка автомобилей за любой промежуток времени. На примере грузооборота, т·км:

$$P = AD_u \cdot \frac{1}{1 + \frac{T_n \cdot l_{ze} \cdot V_m \cdot d_y}{l_{ze} + t_{n-p} \cdot \beta \cdot V_m}} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{pe} \cdot T_n \cdot l_{ze} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot V_m}{D_u \cdot l_{ze} + t_{n-p} \cdot \beta \cdot V_m} \quad (1)$$

где D_{pe} – количество рабочих дней в календарном году; D_u – количество дней работы технически исправных автомобилей на линии; K_α – коэффициент использования автомобилей, годных к эксплуатации; d_y – норматив простоя автомобиля в техническом обслужи-

вании и ремонте на 1000 км пробега, дн; l_{ze} – длина гружёной ездки, км; β – коэффициент использования пробега, t_{n-p} – время на погрузку-разгрузку одной тонны груза, ч; γ – коэффициент использования грузоподъемности в прямом или обратном направлении; V_m – среднетехническая скорость, км/ч; T_n – время в наряде автомобиля, ч; AD_u – автомобиле-дни в использовании, автомобиле-дн; q – номинальная грузоподъемность автомобиля, т.

Данная методика сменно-суточного планирования работы автомобилей грузовых АТП позволяет учитывать дискретное состояние ТЭП эксплуатации подвижного состава и получать их оперативные значения. В конечном итоге, модель сменно-суточного планирования работы автомобилей определяется как сумма моделей от микросистем до малых систем:

$$M_o = \sum_1^m M_{\text{микросистемы}} + \sum_1^n M_{\text{микросистемы}} + \sum_1^k M_{\text{микросистемы}} \quad (2)$$

а суммарная транспортная система определяется следующим образом:

$$P_{\Sigma_o} = \sum_1^m P + \sum_1^n P + \sum_1^k \sum_1^{i_k} P_i \quad (3)$$

где m , n , k – количество микросистем, особо малых и малых систем соответственно, входящих в состав

большой автотранспортной системы доставки грузов за смену (БАТСДГ); i_k – количество эксплуатируемого подвижного состава в каждой системе.

Для практической деятельности грузовых АТП данная методика позволит обосновать: распределение транспортных средств по маршрутам и корректировать план перевозок на основании текущего состояния ТЭП.

Но при этом не решается вопрос возможности привлечения наёмного подвижного состава в случае колебания спроса на перевозки и его превышения над производными возможностями грузовых АТП.

В работе [2] разрабатывается методика оперативного планирования работы подвижного состава для совокупности средних автотранспортных систем перевозок грузов (ССАСПГ), которая включает сопоставление требований грузоотправителей, грузополучателей и провозных возможностей грузовых АТП в рамках единого расписания и определения результатов работы каждого автомобиля и ССАСПГ в целом по разработанной модели. ССАСПГ рассматривается как система, которая состоит из множества одновременно работающих погрузочных и разгрузочных пунктов грузоотправителей и грузополучателей и транспортных связей между ними и подвижным составом. В соответствии с принятыми к исполнению заявками автомобили должны осуществлять централизованную перевозку однородных грузов территориальным методом. Она производится в соответствии с единым расписанием:

$$S_{ССАСПГ} = \{Z_c, (I, x_n, t_n); (P, x_p, t_p), I_{min}, T_c, A_h, Расп; Y\} \quad (4)$$

где Z_c - принятая к обслуживанию заявка на перевоз из i -го пункта погрузки в j -й пункт разгрузки k -го вида груза в объёме $Q(i, j)$ в тоннах (единицах) в текущую смену (сутки); I – количество пунктов погрузки, ед.; J – количество пунктов разгрузки, ед.; K – количество видов транспортно-однородных грузов, ед.; I – пункты погрузки; x_n - количество постов погрузки в i -ом пункте погрузки, ед.; t_n - время погрузки в i -ом пункте погрузки k -го вида груза в автомобиль h -ой группы, ч; H – количество автомобилей различных по грузоподъёмности, ед.; P – пункты разгрузки; x_p - количество постов разгрузки в j -ом пункте разгрузки, ед.; t_p - время разгрузки в j -ом пункте разгрузки k -го вида груза из автомобиля h -ой группы, ч; I_{min} - величина кратчайшего расстояния от i -ого пункта погрузки до j -ого пункта разгрузки, км; T_c - продолжительность работы ССАСПГ, ч; A_h - количество автомобилей h -ой группы в эксплуатации в текущую смену, ед.; $Расп$ - расписание работы автомобилей и грузовых пунктов в ССАСПГ; Y - аппарат управления перевозками в ССАСПГ.

Основная направленность данной работы - устранить возникающие погрешности несоответствия плановых (при расчёте по существующим им методикам) и фактических величин ТЭП работы автомобилей. В частности отмечается, что при повышении величин показателей ТЭП возможно изменение объёма перевозок от грузоотправителей к грузополучателям. В конечном итоге, можно при определённых значениях ТЭП реализовать перевозки большого объёма груза, в случае если будут заявки, которые ранее не планировалось обслуживать.

В работе приняты необходимые условия и ограничения функционирования данной системы.

Сложность адаптации предложенной методики к реальным условиям и повсеместному применению в практике работы АТП заключается в том, что для построения необходимого расписания работы подвижного состава в ССАСПГ должен быть использован эвристический подход. По мнению автора, он заключается в следовании разумным соображениям: автомобили должны следовать по кратчайшим расстояниям, время простоев автомобилей в пунктах погрузки-разгрузки должно быть минимальным и т.д., а также расписание должно корректироваться путем перестановки отдельных поездов. Кроме того, повысить эффективность работы подвижного состава в ССАСПГ можно только при разработке сменно-суточного задания для перевозки грузов каждый раз заново, при фиксации новых значений ТЭП [3].

Оптимальное соотношение собственного и наёмного подвижного состава обуславливается рядом причин, таких как:

- 1) неравномерность (колебание) спроса на перевозки грузов как результат экономического состояния в стране или влияния сезонных факторов;
- 2) разница в затратах. Соотношение между способом осуществления перевозок может быть как в пользу привлечения наёмного подвижного состава, так и в пользу эксплуатации собственных автомобилей в зависимости от вида перевозимого груза, объёма перевозки, регулярности поступления заявок и т.д.;
- 3) необходимость обеспечения требований качества перевозки (сохранность, безопасность, соблюдение специфических условий перевозки и т.д.).

Подтверждением актуальности этой темы исследований является ряд работ. Например, в работе [4] прямо указывается необходимость разработки оптимальных схем перевозок с учётом рационального распределения перевозок грузов между различными видами - привлечение автомобилей или использования собственных. Суть разработанной в исследовании методики заключается в определении минимума удельных затрат при различных процентных соотношениях привлечённого и собственного подвижного состава. Производится расчёт годовых суммарных затрат, приведённых к устанавливаемым уровням процентного соотношения использования собственного или наёмного транспорта по месяцам года, на основании обработки статистических данных по предприятию. На основании полученных соотношений определяется необходимое рациональное использование собственного подвижного состава.

Задача оптимизации заключается в минимизации математического ожидания затрат на перевозки за год при заданной вероятности выполнения сменно-суточного задания.

$$\left\{ \begin{aligned} &M\{Z(A^{\text{собст}}, A_t^{\text{наём}}, s_t)\} \rightarrow \min_{A^{\text{собст}}, A^{\text{наём}}, s_t}, \\ &P\{(Q_{p.c.t.} - Q_{c.c.t.}) \geq 0\} \geq P_{\text{Год}}, \\ &A^{\text{собст}} \geq 0, A_t^{\text{наём}} \geq 0, s_t \geq 0, \\ &M\{Z(A^{\text{собст}}, A_t^{\text{наём}}, s_t)\} = \\ &= M\{P_{\text{п.п.}}(Q_{\text{макс.с}} - Q_{\text{р.с.}}) + P_{\text{а}}(A) + \\ &\quad + P_{\text{прм}}(s) + \\ &\quad + M\{E_{\text{а}}^{\text{ож}}(A_t^{\text{наём}}, t_{\text{ож}})\} + \\ &\quad + M\{E_{\text{прм}}^{\text{ож}}(s_t, p_t)\} + M\{E_{\text{рампа}}^{\text{ож}}(s_t, p_t)\} \end{aligned} \right. \quad (5)$$

где $A^{собст}$ – собственное количество автомобилей, ед.; $A_t^{наём}$ – количество наёмных автомобилей, ед.; s_t – количество погрузочных механизмов, ед; $Q_{p.c.t.}$ – суточный объём готовой продукции, т; $Q_{c.c.t.}$ – среднесуточный объём отгрузки готовой продукции, т; $Z(A^{собст}, A_t^{наём}, s_t)$ – суммарные годовые затраты на эксплуатацию собственного и наёмного подвижного состава, руб.; $\Pi_{n,n}(Q_{макс.с} - Q_{p.c.})$ – потери из-за несвоевременной реализации продукции, руб.; $P_{a/m}(A)$ – приведённые расходы на содержание резерва подвижного состава, руб.; $P_{прм}(s)$ – приведённые расходы на содержание резерва погрузочных механизмов, ед.; $E_{a/m}^{ож}(A_t^{наём}, t_{ож})$ – приведённые затраты, связанные с простоем подвижного состава из-за суточной неравномерности, руб.; $E_{прм}^{ож}(s_t, p_t)$ – приведённые затраты, связанные с простоем погрузочных средств из-за суточной неравномерности, руб.; $E_{рампа}^{ож}(s_t, p_t)$ – приведённые затраты, связанные с простоем рампы из-за суточной неравномерности, руб.

Данный подход в большей степени направлен на определение рационального количества автомобилей и погрузочных средств в условиях неравномерности (сезонных колебаний спроса на продукцию предприятия) необходимых для отгрузки и вывоза готовой продукции. Распределение парка автомобилей по неравномерно поступающим заявкам является задачей, которая должна учитывать значимость заявки, возможность и рациональность её удовлетворения собственными автомобилями или как альтернатива - наёмными автомобилями.

Зависимость размера парка транспортных средств и его структуры от объёмов заказов, времени оборота на линии и необходимой при этом минимизации затраты на его содержания и эксплуатацию рассмотрены в работе [5]. Целью работы является динамическая оптимизация размеров и структуры существующего парка подвижного состава, необходимого для перевозки металлопроката по критерию минимума суммарных затрат на доставку груза, с учётом неравномерности подачи порожних вагонов и неритмичности производства.

Задача решается определением баланса необходимых и имеющихся ресурсов следующим образом:

$$\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^m a_i(t) = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij}(T) = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^n b_j(t) \quad (6)$$

при ограничениях

$$U_{ij}(t) \geq 0, X_i(t) \geq 0, X_j(t) \geq 0,$$

где: $a_i(t)$ – подача вагонов под погрузку с внешней сети ($i=1, \dots, m$); $U_{ij}(T)$ – (главная переменная) - партия вагонов, распределяемая от i -го поставщика в j -ый цех в момент времени t ($j=1, \dots, n$); $b_j(t)$ – потребность подразделения (цеха) в ресурсах в момент времени t ; $X_i(t)$ – количество вагонов i -го поставщика, не восстановленный в предыдущий момент времени; $X_j(t)$ – недостающий объём вагонов в j -ом цеху в предыдущий момент времени.

Тогда план распределения ресурсов подвижного состава определяется как \min функции затрат:

$$F = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij}(T) \times C_{ij}(t) + \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^m X_j(t) \times C_i'(t) + \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^n X_i(t) \times C_i''(t) \rightarrow \min \quad (7)$$

где $C_{ij}(t)$ – стоимость распределения подвижного состава, учитывая дальнейшее использование; $C_{ij}(t)$ – потери из-за отгрузки продукции с задержками, $C_i''(t)$ – потери от вынужденного простоя подвижного состава.

Решение данной задачи находится в виде планоматрицы распределения подвижного состава. Все данные сводятся в табличную форму, затем итерационно, с пошаговым увеличением или уменьшением ежесуточных запасов подвижного состава отслеживается изменение функции затрат для нахождения рационального соотношения типов подвижного состава. Данная методика позволяет выявлять моменты времени, когда происходит рассогласование программы по перевозкам и провозными возможностями имеющихся в наличии транспортных средств, а также пределы наращивания собственных провозных возможностей предприятия при изменении спроса на перевозки. Недостатком применения данного аппарата является сложность и трудоёмкость составления планов в табличной форме и выполнения вычислительных процедур, связанных с итерационным подходом.

В работе [6] справедливо отмечается, что современная практика грузовых автомобильных перевозок, в частности мелкопартионных грузов, фиксирует ежедневное изменение количества заявок клиентов на перевозки (по объёмам перевозок, количеству и расположению грузоотправителей и грузополучателей), что вызывает постоянные изменения в расстояниях между пунктами в районах обслуживания предприятий. Данная практика требует получения теоретического влияния изменения пробегов автомобилей на эффективность функционирования транспортных систем (в том числе и при решении задачи маршрутизации), а также механизмов возможного влияния на изменения.

В процессе работы автомобилей в городских условиях зафиксированы ситуации, когда мелкопартионные грузы доставляются в 4 видах различных развозочно-сборных ТС (РСТС) с центрального пункта грузового пункта (ЦГП) в работе приводятся данные, когда происходит:

- 1) изменение количества заявок происходит в диапазоне от -20% до $+20\%$ по сравнению с предшествующим периодом (сменой) работы АТП;
- 2) изменение объёмов перевозок по заявкам варьируется от -20% до $+20\%$ по сравнению с предшествующим периодом (сменой) работы АТП;
- 3) происходит регулярное изменение расстояний перевозок, а соответственно длин гружёных и порожних поездов автомобилей.

Естественно, что подобные динамические изменения в структуре заказных перевозок в условиях применения, сегодня, «фиксированной» декомпозиции может приводить к неполноценному использованию провозных возможностей АТП и грузоподъёмности подвижного состава; перегрузке автомобилей; несвоевременному удовлетворению спроса на перевозки; неуравновешенному балансу потребности в подвижном составе;

неэффективному применению автомобилей во времени; несоответствию плановых и фактических показателей работы АТП, невозможности обслужить во времени клиентов, подавших заявки в последнюю очередь, и т.д.

В исследовании констатируется, что использование единственного критерия в качестве оценки эффективности методов распределения автомобилей по маршрутам (маршрутизации), в частности по минимуму пробега, не может исчерпывать всех характеристик транспортных систем, осуществляющих перевозки мелкопартионных грузов. Поэтому для РСТС с центрального грузового пункта, при совокупности показателей результативности (объем перевозки грузов, грузооборот, общий пробег автомобилей, автомобиле-часы работы подвижного состава, количество автомобилей в эксплуатации) в качестве обобщающего показателя можно применять затраты на перевозку. В качестве реализации данной гипотезы предлагается производить маршрутизацию перевозок в рамках ОПП, то есть если данные предшествующей структуры заявок отличаются от предыдущих, необходимо использовать не ранее разработанные планы заданий, а разрабатывать ежедневный новый план перевозок грузов на основе новой структуры заявок и особенностей работы автомобилей в предметно сложившихся условиях среды перевозок [7].

Можно отметить противоречие, заключающиеся в том, что вместо единственного критерия «пробег автомобилей» предлагается другой единственный критерий «затраты на перевозку», тогда область решения поставленной задачи опять сводится к однокритериальной оценке эффективности функционирования ТС [8]. Для того чтобы оценивать целесообразность принятых решений по нескольким различным критериям, должен быть в наличии инструмент, который позволял бы на научной аналитической основе разрабатывать алгоритмы принятия необходимых решений и выполнять их оценку, т.е. должны быть методики, которые позволяют учитывать различные условия работы подвижного состава в транспортных системах различной сложности. Организация грузовых автомобильных перевозок предполагает необходимость систематизаций действий всех его участников, выявление многочисленных факторов, определяющих транспортный процесс, их оценку и разработку мероприятий, направленных на повышение эффективности доставки грузов.

Традиционно планирование грузовых автомобильных перевозок предполагает:

- 1) определение стратегии развития предприятия;
- 2) планирование деятельности на ближайшую перспективу;
- 3) оперативное планирование производственной деятельности предприятия (перспективное – на 3...5 лет, текущее – на очередной год);
- 4) оперативно-производственное (сменное-суточное) планирование – на очередной месяц, декаду, неделю, сутки, смену.

Основной целью текущего планирования перевозок является выработка оптимальных решений, направленных на распределение имеющегося подвижного состава для выполнения поступающих заявок на перевозку грузов, а также на выявление наиболее эффективных технологий перевозок, развития производства, возможности получения прибыли по другим вопросам, определяющим эффективное использование ресурсов АТП [9, 10]. Как правило, текущее планирование перевозок осуществляется на год с разбивкой по кварталам. На этом этапе устанавливаются показатели транспортной

работы (в т, т·км, ч и др. единицах ее измерения) и разрабатывается план перевозок грузов и производственная программа, план по эксплуатации подвижного состава.

Литература

1. Варакин В.В. Совершенствование сменного-суточного планирования работы подвижного состава грузового автотранспортного предприятия: автореферат дисс. ... к-та. техн. наук: 05.22.10. – Омск: 2012 г.
2. Войтенков С.С. Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов помашинными отправлениями в городах: автореферат дисс. ... к-та. техн. наук: 05.22.10. – Иркутск: 2011 г.
3. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие. 5-е изд. /А.Э. Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
4. Ёлкин А.В. Оптимизация парка автотранспортных и погрузочных средств на предприятиях пивоваренной отрасли с учетом неравномерности потребления готовой продукции: автореферат дисс. ... к-та. техн. наук: 05.22.10. – Тверь: 2006.
5. Котова, И.В. Динамическая оптимизация величины и структуры парка подвижного состава для отгрузки готовой продукции металлургического комбината: автореферат дисс. ... к-та. техн. наук: 05.22.01. – Липецк: 2015.
6. Шаповал Д.В. Совершенствование оперативного планирования перевозок мелкопартионных грузов автомобилями на радиальных маршрутах в городах: автореферат дисс. ... к-та. техн. наук: 05.22.10. – Омск: 2012 г.
7. Карелина М.Ю., Арифиллин И.В., Терентьев А.В. Аналитическое определение весовых коэффициентов при многокритериальной оценке эффективности автотранспортных средств // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2018. - №1 (52). - С. 3-9.
8. Терентьев А.В. Многокритериальный показатель качества автомобиля. //Вестник гражданских инженеров. – СПб: СПбГАСУ. - 2015. –1(48), - С. 201-204.
9. Володькин П.П., Рыжова А.С. Автоматизация информационного комплекса в сфере транспортного обслуживания населения на примере города Хабаровска // НИС «Транспорт: наука, техника, управление». 2017. - №3. – С.27-31
10. Корчагин В.А., Суворов В.А., Логинов В.А., Сысоев Д.К. От микро- к макроописанию экономики грузового автотранспортного предприятия Хабаровска // НИС «Транспорт: наука, техника, управление». - 2016. - №11. – С. 20-23

Сведения об авторах

Арифиллин Илья Владимирович, доцент кафедры «Менеджмент», МАДИ
125319, Москва, Ленинградский проспект, д. 64
E-mail: i_arifullin@mail.ru.

Терентьев Алексей Вячеславович, доцент кафедры «Детали машин и теории механизмов» МАДИ
125319, Москва, Ленинградский проспект, д. 64
E-mail: aleksej.terentev.67@bk.ru.

Ткачёв Евгений Игоревич
Магистрант, кафедра «Транспортно-технологических процессов и машин», Санкт-Петербургский горный университет
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2
E-mail: nikolai.popravcka@yandex.ru.

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОСТАВКИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ МЕГАПОЛИСА

Кандидат техн. наук, доцент **Брагинский С.А.**,
кандидат техн. наук, доцент **Гоголин С.С.**,
аспирант **Ошорова В.В.**,
аспирант **Трушин Р.Ю.**
(Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет. МАДИ)

INTERNET TECHNOLOGIES AS A TOOL TO ENSURE THE QUALITY OF DELIVERY IN THE TRANSPORT SYSTEMS OF THE METROPOLIS

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Braginsky S.A.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Gogolin S.S.**,
Postgraduate **Oshorova V.V.**,
Postgraduate **Trushin R.Yu.**
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)

Интернет, технологии, качество, доставка, транспорт, система, мегаполис.

Internet, technology, quality, delivery, transport, system, megapolis.

Мегаполис представляет собой особую форму городской организации, которая значительно отличается от построения и функционирования других населенных пунктов, это сложная динамично развивающаяся социально-экономическая система. Сегодня основу передовых тенденций развития всех подсистем данной системы, в том числе и транспортной, составляет всесторонняя интеллектуализация, а также внедрение компьютерных и облачных технологий, что позволяет использовать их как важный и один из основных инструментов обеспечения качества данных подсистем.

Megapolis is a special form of urban organization, which is significantly different from the construction and functioning of other settlements, it is a complex dynamic development socio-economic system. Today, the basis of advanced trends in the development of all subsystems of this system, including transport, is a comprehensive intellectualization, as well as the introduction of computer and cloud technologies, which allows them to be used as an important and one of the main tools to ensure the quality of data subsystems.

Развитие города под влиянием процессов урбанизации, а также повышение его научно-технологического и социально-экономического уровня обуславливает его переход к более сложной форме расселения – мегаполису. Рассматривая мегаполис как сложную систему, можно выделить большое количество в нее входящих подсистем, влияющих на нормальное функционирование как смежных подсистем, так и системы в целом, одной из подсистем являются транспортные системы.

Рассматривая доставку как элемент транспортной системы мегаполиса важно определить, учитывать, анализировать изменения и поддерживать значения факторов влияния и свойств данного элемента в пределах диапазонов качества. Для выполнения данной задачи ранее применялись только технические и технологические инструменты, но с развитием современных технологий появилась новая группа высокоэффективных инструментов анализа, контроля, учета и просчета оптимальных вариантов решения поставленных задач – интернет-технология [1, 2].

Современные технологии позволяют автоматизировать и упрощать многие процессы работы в курьерских и транспортных компаниях.

Электронная коммерция, развиваясь, требует внедрения в практику инновационных логистических технологий.

Инновационным прорывом в сервисе доставки стали почтоматы. Следующим шагом после внедрения сети почтоматов станет технология, позволяющая получить посылку, приложив лишь мобильный телефон с номером отправления к сканеру почтомата. Данная разработка в считанные минуты найдет отправление и автоматически спишет оплату.

Сектор логистики идеально предназначен для технологических и методологических достижений Интернета вещей и больших данных.

Области использования Интернета вещей в транспортировке и хранении грузов:

1) **автономный транспорт**: беспилотное метро, системы автономности;

2) **отслеживание грузов**: контроль местоположения и передвижения грузов, инвентаризация склада и торгового зала, отслеживание товаров на всём протяжении цепи поставки;

3) **мониторинг активов**: автономные погрузчики, отслеживание ключевых параметров, моментальное реагирование на изменение состояния активов, доступ к данным на всем протяжении цепи поставки;

4) **обеспечение безопасности**: идентификация, предотвращение нецелевого использования транспорта и краж топлива [3].

В настоящее время логистические провайдеры управляют огромным потоком товаров и в то же время создают гигантские фреймы данных. Миллионы посылок из всевозможных пунктов отправления и назначения, различных размеров и массы, любым содержимым отслеживаются через глобальные сети доставки. Представляется, что здесь заключён огромный потенциал для совершенствования операционной эффективности, использования опыта покупателей и создания новых полезных бизнес-моделей [4].

Внедрение Big Data, облачных технологий и бизнес-моделей logistics-as-a-service на всех этапах работы логистической компании позволит оптимизировать склад и доставку, снизить риски за счет оперативного обмена данными, анализа деятельности [5].

Электронное утверждение заявок для кораблей, автотранспорта и поездов ускорит прохождение таможи: заявка будет подаваться еще перед тем, как транспорт пришел на границу. Для доставки груза авиатранспортом можно будет забронировать место онлайн, в зависимости от габаритов товара, с помощью одной лишь регистрации [5].

Производители и поставщики логистических услуг в последнее время все активнее используют облачные технологии с целью сокращения своих издержек и оптимизации бизнес-операций. Облачные технологии становятся ядром стратегии развития компаний в цифровой экономике. С 2016 по 2017 год только благодаря развитию инфраструктуры облачных сервисов компании Amazon (AWS) увеличила свои доходы на 43%. Облачные системы позволяют участникам цепи поставки повысить скорость и точность реализации основных логистических операций, таких как отслеживание заказа, планирование маршрутов, управление складом. По прогнозам экспертов, к 2025 году в облачных серверах будут находиться до 80% данных. На сегодняшний день для управления транспортной логистикой используется TMS (Transportation Management System), складской – WMS (Warehouse Management System). Облачные системы позволяют не только существенно ускорить процессы, но и сэкономить. Например, осуществлять основные процессы компании виртуально, что сокращает издержки на развитие собственной ИТ-инфраструктуры компании (покупка серверов, специализированного программного обеспечения и т. д.). Решается и проблема документооборота, так как при перевозке груз сопровождается множеством различных документов: транспортными накладными, сертификатами качества и другими, в дальнейшем для клиента формируется счет на него, доставка которого отнимает время. Формирование электронных документов позволяет компаниям-перевозчику оформлять груз, не создавая при этом дополнительных затрат.

За последние десятилетия Интернет заметно эволюционировал, превратившись из статического хранилища документов в динамическую структуру, связывающую между собой людей, системы и приложения. Облачные технологии объединяют мир, в котором системы и люди взаимодействуют через дисплей-устройства благодаря возможностям Интернета. Если говорить о логистике, то облачные вычисления позволяют участникам поставки обрабатывать большие массивы данных и взаимодействовать в реальном времени со своими партнерами по цепи поставки. Можно уверенно сказать, что облачные технологии оказывают огромное

влияние на современную экономику. Некоторые аналитики говорят, что число связанных между собой устройств к 2020 году достигнет 20 млрд. (другие называют цифру: 100 млрд.), а если измерить рынок облачных технологий в деньгах, то к 2025 году он достигнет \$11,1 трлн. [6, 7, 8, 9].

Современные потребители находятся в постоянном поиске новых Интернет-услуг и приложений, которые будут полезны для работы, путешествий, покупок и просто для коммуникации. Тем временем и сам бизнес ищет эффективные инструменты для изменения способа взаимодействия со своими заказчиками, поставщиками и партнерами, отдавая предпочтения цифровым технологиям.

Облачные технологии влияют на способ производства, реализации и эксплуатации товаров. SaaS решения для логистики набирают все большее распространение и являются залогом получения ключевого конкурентного преимущества. Крупные компании уже прошли основную фазу автоматизации своих бизнес-процессов, а второе место по объему инвестиций в ИТ в России принадлежит, в том числе, предприятиям транспортного сектора. Кроме того, использование облачной модели делает автоматизацию бизнес-процессов компаний значительно более доступной. Стоимость SaaS систем постоянно снижается, а внедрять подобного рода приложения становится все проще и быстрее [10].

Таким образом, в настоящее время для обеспечения качества доставки в транспортных системах мегаполиса активно применяются интернет-технологии по следующим направлениям: Big Data, облачные технологии, системы онлайн-бронирования и др.

Литература

1. Селиверстов С.А. О построении интеллектуальной системы логистической организации и развития транспортной системы мегаполиса// Логистика: современные тенденции развития Материалы 15 международной научно-практической конференции.- 2016. – С. 80-85.
2. Воронов А.В, Воронов В.И. Влияние развития систем транспорта и транспортных коммуникаций на инфраструктуру мегаполиса// Сила систем. – 2017.- №3(40).- С. 35-40.
3. Чуприлов Д. «Интернет-вещей» и управление цепочками поставок в России // [Электронный ресурс]. URL: <https://ediweb.com/ru-ru/company/blog/internet-veshhej-i-upravleniecepchkamipostavok-v-rossii> (дата обращения: 25.01.2019)
4. Лаптева У.В. Приложения Интернета вещей и больших данных в логистике//Логистические системы в глобальной экономике. – 2017. – № 7. – С. 513-517.
5. ТОП-5 Инноваций рынка логистики и доставки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://efsol.ru/articles/top5-innovations-in-delivery-and-logistics.html>. (дата обращения: 25.01.2019)
6. Облачная логистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://logistic.today/oblachnaia-logistika/> (дата обращения: 25.01.2019)
7. Шаптала В.В. Анализ новых информационных технологий, используемых в логистике// Сборник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет».- 2018. – С. 73-76.

8. Цыганкова В.И. Информационные и интернет-технологии на транспорте и логистике// Интегрированная логистика. – 2013. – с 26-29.

9. Пахолкова А.Ю. Анализ новых информационных технологий, используемых в логистике// Материалы 4 Международной научной конференции .- 2016.- С. 170-174.

10. Dr. Dimantha De Silva. Megapolis Transport Masterplan (Научный доклад-презентация)// Capacity Building Workshop on Sustainable Urban Transport Index (SUTI) 30th & 31st October 2017.

Сведения об авторах

Брагинский Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.
125319, Москва, Ленинградский проспект, 64.
Тел. моб. +7-915-193-97-11
E-mail: arractur@gmail.com.

Гоголин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб.: +7-926-363-54-32

E-mail: 5025848@gmail.com.

Ошорова Валерия Владимировна, аспирант 4-го курса кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб. +7-915-038-74-03

E-mail: angel-roza@mail.ru.

Трушин Роман Юрьевич, аспирант 1-го курса кафедры «Менеджмент» МАДИ.

Тел. моб. +7- (499) 346-01-68 (2763)

E-mail: managementkafedra@yandex.ru.

РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОСМИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С УЧАСТИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кандидат техн. наук **Раткин Л.С.**
(Научно-производственное предприятие “АРГМ”)

DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL SPACE TRANSPORT WITH THE HELP OF NANOTECHNOLOGICAL ENTERPRISES

Ph. D. (Tech.) **Rathkeen L.S.**
(Scientific-production enterprise “ARGM”)

Экология космоса, транспортные системы, системный интегратор, нанотехнологии, наноматериалы, наноиндустрия, стеганография, блокчейн, нормативно-правовые документы (НПД), Институт космической экологии и транспортных систем (ИКЭТС).

Space ecology, transport systems, system integrator, nanotechnologies, nanomaterials, nanoindustry, steganography, blockchain, Normative & Law Documents (NLD), Institute for Space Ecology & Transport Systems (ISETS).

Автором предлагается создание Института космической экологии и транспортных систем (ИКЭТС). Предполагается участие ИКЭТС в качестве системного интегратора проекта развития экологического космического транспорта. В проекте планируется участие нанотехнологических предприятий и наноиндустриальных производств на платформе стеганографического блокчейна.

Author suggests the creation of Institute for Space Ecology & Transport Systems (ISETS). ISETS will be the system integrator of the project for the development of ecological space transport. Nanotechnological enterprises & nanoindustrial manufactures on the platform of steganographic blockchain will be the active members of this project.

В 2019 году были анонсированы результаты исследований ряда компаний, согласно которым к 2025 году с помощью космических технологий планируется очистить от 25 до 50% зарегистрированного к 2019 году в околоземном пространстве космического мусора, в том числе, с применением нанотехнологий и наноматериалов [1]. Проект «Чистый космос» (Швейцария) – часть более крупного международного проекта, в реализации которого с участием России заинтересованы все космические державы. В последние годы резко увеличились риски от космического мусора, затрудняющего вывод на орбиту космических аппаратов, их безаварийное пребывание в околоземном пространстве и штатный спуск с затоплением в водах мирового океана. Возрастающие риски снижают эффективность последующих космических запусков, проведения качественных орбитальных научных исследований и надежность доставки возвращаемого научного оборудования и изученных на орбите образцов на спускаемых аппаратах. До сих пор не изучена проблема мутирующих под воздействием космической радиации микроорганизмов, попадающих в воды мирового океана при затоплении космического мусора. Согласно данным частных страховых компаний, за последнее десятилетие стоимость страхования космических пусков и полетов с возвращением значительно увеличилась. Учитывая высокую стоимость систем оборудования для контроля околоземного пространства, маневрирования на орбите и уклонения от столкновения с космическим мусором, а также фактические потери вследствие неудачных маневров, суммарная стоимость системы очистки околоземного пространства от космического мусора и космозэкологического мониторинга будет на порядок ниже. Проект, ориентированный на использование потенциала российских промышленных предприятий, специализи-

рующихся в сфере наноиндустрии и нанотехнологий для прикладной космической экологии [2-3], предполагает на базе ряда высокотехнологичных производств создание импортозамещающих установок. Они могут превосходить по финансово-экономическим параметрам и техническим характеристикам «космические мусоросборщики», разработанные по проекту «Чистый космос» (Швейцария). Для формирования дополнительных условий для работающих по проекту нанотехнологических предприятий и наноиндустриальных производств на платформе стеганографического блокчейна необходимо их включение в Специальный перечень, утверждаемый в качестве Приложения к соответствующим нормативно-правовым документам (НПД).

В XXI веке в ведущих вузах России уделяется недостаточно внимания космозэкологической проблематике: в перечне научных специальностей до сих пор отсутствует «космическая экология», хотя аналогичная специальность уже присутствует в ряде реестров научных специальностей западных университетов. Имеются Системы космозэкологических дисциплин и стандарты, а также соответствующие научно-образовательные программы, по которым проходят обучения будущие специалисты в университетах США и ЕС. Автором предлагается Российская система космозэкологических дисциплин (РСКД), структура образовательной программы и различные виды специализации, в т.ч., наноиндустриальной и нанотехнологической [4], для прохождения производственной практики и учебно-исследовательской работы, результаты которой могут использоваться для программ смежных специальностей. Необходима регистрация специальности «Космическая экология» и серии инженерных и нанотехнологических [5] специализаций, учитывающих отраслевую принадлежность работающих на предприятиях сотрудников. Среди дис-

циплин, изучаемых в рамках специальности, в частности, особо следует отметить оценку риска от попадания в воды мирового океана мутировавших под воздействием космической радиации микроорганизмов на поверхности несгоревших обломков космических аппаратов и экологических последствий для мирового региона.

Автором предлагается создание Института космической экологии и транспортных систем (ИКЭТС), возможны различные варианты: российский ИКЭТС, ИКЭТС с международным участием, международный ИКЭТС (Institute for Space Ecology & Transport Systems, ISETS). Одной из основных целей создания ИКЭТС является разработка Программы космоэкологических исследований с участием отечественных и иностранных специалистов. Предполагается сотрудничество ИКЭТС с ведущими российскими (например, Российской академией наук – РАН) и зарубежными научными организациями. В частности, сотрудничество возможно с Институтом прикладной математики (ИПМ) имени академика М.В. Келдыша РАН, Институтом космических исследований (ИКИ) РАН, Ракетно-космической корпорацией «Энергия» имени академика С.П. Королева, НИЦ «Курчатовский институт», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Физико-технологического института академии наук (ФТИАН). Помимо структурных подразделений РАН планируется научная кооперация ИКЭ с Российской инженерной академией (РИА) и Международной инженерной академией (МИА), Российской академией космонавтики имени К.Э. Циолковского, Международной академией астронавтики, Национальным космическим агентством США (NASA), Европейским космическим агентством и рядом других организаций.

Проектом развития космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий предусматривается программно-аппаратная и информационно-технологическая поддержка экспериментов на орбите с построением цепочки жизненного цикла с помощью CALS-технологий, CASE-технологий и PLM-систем. Программно-аппаратное обеспечение предусматривает построение по запросу многомерных OLAP-кубов. Информационно-технологическая поддержка, в т.ч., ориентирована на OLTP-системы, функционирующие в режиме 24 ч в сутки, 7 дней в неделю, 365 дней в году, т.н. режим «24x7x365» (или режим «24x7x366» – для високосных годов). Одним из направлений развития является синтез ряда веществ (наноматериалы) для инженерии в условиях космической невесомости. С экономической точки зрения, это позволит быстрее окупить космоэкологические разработки, реализуемые на той же программно-аппаратной платформе стеганографического блокчейна с применением нанотехнологий [6].

В ИКЭТС планируется реализация проекта по развитию экологического космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий и наноиндустриальных производств на платформе стеганографического блокчейна. В основе технологии стеганографического блокчейна – инструмент для скрытого управления комплексом робототехнических систем, предназначенных для обеспечения космического экологического мониторинга: принцип управления, позволяющий в общем информационном потоке скрывать отдельные ключевые команды. В этом случае в пункте приема идет дешифровка информационного потока с выявлением скрытых команд. Использование зашифрованного информационного потока без сокрытия части команд по-

вышает риск перехвата управления робототехнической системой. Распределение набора скрытых команд по информационному потоку происходит на основании специального алгоритма. Сокрытие отдельных команд, выбранных пользователем, существенно повышает устойчивость к взлому кода информационного потока и резко снижает риск перехвата управления робототехнической системой – например, космическим транспортным средством. Шифрование основного информационного потока и сокрытие ключевых команд производится параллельно. Допустима «сшивка» информационных потоков роботизированных систем космического мониторинга с системами других типов – например, водного, воздушного, наземного, подземного и подводного мониторинга. Такие системы могут использоваться для моделирования процессов загрязнения и ликвидации последствий техногенной катастрофы – допустимы расчеты для объектов МЧС РФ, Министерства обороны РФ, нефтегазовых месторождений, подземных хранилищ газа и энергетических систем. Проведенное численное моделирование свидетельствует о возможности сокрытия команд в общем информационном потоке в соответствии с заранее заданным критерием надежности управления комплексом робототехнических систем. Допустимо проведение комплексных испытаний на опытном участке для тестирования уровня надежности «сшивки» информационных потоков роботизированных систем космического мониторинга. В ходе испытаний может быть отработано как взаимодействие систем сокрытия команд роботизированных комплексов разных сред, так и централизованное управление скрытым потоком ключевых команд в общем информационном потоке.

Примером применения проекта по развитию экологического космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий и наноиндустриальных производств на платформе стеганографического блокчейна является подсистема, ориентированная на космический и наземный экологический мониторинг арктического шельфа с применением нанотехнологий и наноматериалов [7]. В частности, допустимо применение системы при освоении Южно-Кириного месторождения, в частности, технологии космического экомониторинга добычи в Арктике на Кирином газоконденсатном месторождении. Основные направления космического экомониторинга важны для анализа ледовой обстановки и комплексного управления морепользованием для сохранения морских млекопитающих при нефтегазовом освоении шельфа, их перемещение в зависимости от степени разработки шельфовых месторождений. Система космического экологического мониторинга арктического шельфа является также социально-ориентированным экономически-прибыльным проектом развития арктического региона, учитывающим обеспечение промышленной безопасности подводных добычных комплексов, взаимодействие системы экомониторинга с шельфовыми геофизическими системами и комплексными исследованиями в районе Северного полюса. Система космического экомониторинга арктического шельфа может использоваться для международного сотрудничества при разработке морских месторождений с учетом особенностей трансферта зарубежных технологий. Возможно привлечение к участию в проекте российских разработчиков в сфере нанотехнологий и наноматериалов [8] и их зарубежных

коллег. Система космического экологического мониторинга применима для разработки альтернативных направлений газонефтепоисковых работ на шельфе Сахалина и Камчатки и альтернативных методов широкополосной морской сейсморазведки. Также роботизированная система может быть использована для изучения геологического строения и перспектив нефтегазоносности [9] недр на шельфе морей Восточной Арктики.

Выводы

1. Реализация проекта по развитию экологического космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий и nanoиндустриальных производств на базе стеганографического блокчейна защищена патентом на изобретение (без соавторов) в РФ [10] и за рубежом. Аналогами разработки, согласно данным Федерального института промышленной собственности Роспатента, является продукция компаний Sun Microsystems и Microsoft Corporation с уровнем релевантности «А» [11]. Согласно тем же данным защищенная патентом на изобретение разработка является седьмым патентом в мире в предложенной области.

2. Автором сделано предложение по созданию Института космической экологии и транспортных систем (ИКЭТС) на различных научных конференциях и форумах. Предлагается проект развития экологического космического транспорта с участием нанотехнологических предприятий и nanoиндустриальных производств на платформе стеганографического блокчейна, например, в структуре предприятий и организаций, учреждений и институтов, работающих под управлением и/или научно-методическим руководством РАН и/или сотрудничающих с РАН предприятий и организаций, учреждений и институтов. Данной публикацией повторно предлагается создание ИКЭТС.

Литература

1. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Нанотехнологии и наноматериалы: обзор новых изобретений. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 1. – С. 88-106.

2. Иванов Л.А., Борисова О.Н., Мунинова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть I // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2019. - № 11 (1). – С. 91-101.

3. Иванов Л.А., Деменев А.Н., Мунинова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть II // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2019. - № 11 (2). – С. 175-185.

4. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 2. – С. 52-70.

5. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 3. – С. 74-91.

6. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 3 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 4. – С. 93-110.

7. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 4 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 5. – С. 137-156.

8. Иванов Л.А., Мунинова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 6. – С. 65-82.

9. Сергеев В.В., Русских К.Г., Зейгман Ю.В., Якубов Р.Н. Исследования влияния процессов фильтрации на дисперсность эмульсионных систем с наночастицами // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2019. – Том 11 (1). – С. 31-41.

10. Раткин Л.С. Патент на изобретение РФ № 2322693.

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.: Изд-во МГОУ, 2011, С. 13-16.

Сведения об авторе

Раткин Леонид Сергеевич, к.т.н., начальник отдела научных разработок научно-производственного предприятия «АРГМ», действительный член Российской инженерной академии, Международной инженерной академии, Академии технологических наук РФ, Европейской академии естественных наук и Международной академии информатизации, член-корр. Российской академии естественных наук, 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.

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Кандидат техн. наук **Грушников В.А.**

(Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук. ВИНТИ РАН)

SOME PRECONDITIONS FOR CREATING FUNCTIONAL I NTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Ph.D. (Tech.) **Grushnikov V.A.**

(All-Russian Institute of Scientific and Technical Information. VINITI of RAS)

Колесные транспортные средства, безопасность дорожного движения, техническое оснащение автомобилей, интеллектуальные транспортные системы.

Wheeled vehicles, road safety, vehicle technical equipment, intelligent transport systems.

Повышение безопасности дорожного движения в автомобильных колесных транспортных средствах в интенсивных и плотных транспортных потоках мегаполисов сегодня немыслимо без современного инфраструктурного обустройства улично-дорожной сети и оснащения автомобилей электронными ассистент-системами поддержки водителей.

Improving road safety in automotive wheeled vehicles in intensive and dense traffic flows of megacities today is unthinkable without a modern infrastructure arrangement of the road network and equipping vehicles with electronic driver assistance systems.

Эффективное решение одной из основных проблем современного социума – обеспечения безопасности дорожного движения в интенсивных и плотных транспортных потоках (ТП) на автомагистралях и улицах густонаселенных городских агломераций предполагает эксплуатацию оснащенных современными электронными системами разного уровня автоматизации колесных транспортных средств (КТС) на дорогах общего пользования с цифровым инфраструктурным обустройством. Это решение достигается реализацией комплекса взаимосвязанных исследовательских, проектных и эксплуатационных мероприятий, преследующих общую цель, и начинается с оценки спроса на пропускную способность дорог, определяющую интенсивность сообщения в ТП по одной или нескольким полосам, наиболее показательную на регулируемых перекрестках.

Наряду с другими исследователями проблемы безопасности дорожного движения, к такому выводу пришли сотрудники Университета китайского Чжэцзяна и Северо-Китайского технологического Университета, разработавшие [1] по результатам своих изысканий инновационный метод оценки трафика на основе отслеживания времени прохождения дистанций автомобильных дорог, отслеживаемых видеокамерами. Он позволяет на основе петлевых детекторов преодолеть недостатки алгоритмов прохождения дистанций, связанные с неопределенностью фактического спроса и трудностью вычисления взаимоотношений характеристик ТП на разных полосах. На основе анализа различных шаблонов продолжительности поездок была определена концепция виртуального ездового цикла. Результаты экспериментальной апробации показали, что максимальные, минимальные и средние отклонения в течение 12 циклов составляют 38,5%, 0,02% и 16,19%, соответственно. Результаты этого исследования имеют потенциальную применимость в системах управления движением.

Влияние ширины полосы и всей проезжей части улицы и автомагистрали на поведенческие адаптации водителей КТС в комплексном теоретико-экспериментальном и аналитическом исследовании оценено в парижской Лаборатории дорожных операций, анализа когнитивности и моделирования поведения водителей КТС по оперативности их адаптации к динамическому изменению условий движения. Установлено [2], что уменьшение ширины полосы движения приводит к тому, что водители приближаются к середине проезжей части, в то время как наличие жестких разделительных барьеров и отбойных брусков - к удалению от нее. Однако в зависимости от дорожно-транспортной ситуации выявлено разное влияние сужения полосы.

Мероприятия по перераспределению полос движения привели к тому, что КТС располагались дальше от края правой полосы движения и меньше маневрировали без повышения скоростей движения. Отсюда следует вывод о том, что перераспределение дорожного пространства с реверсивным движением может служить хорошим и недорогим инструментом повышения пропускной способности безопасных дорог.

Наряду с другими технологическими мероприятиями, эта цель достигается [3] использованием усовершенствованных алгоритмов распознавания дорожных знаков. Наиболее продвинутый из них на настоящее время успешно апробирован в контрольных испытательных заездах. Он основан на усовершенствованном двухуровневом алгоритме LeNet-5 распознавания на новейшей сверхточной нейронной сети распознавания визуальных шаблонов класса GTSRD в виде рисунков и надписей дорожных знаков. Его применение позволило сотрудникам Университета китайского Сианя установить возможность распознавания образов в виде рисунков и надписей на дорожных знаках с увеличенной до 91,76%-й точности.

Эти важнейшие для оптимального проектирования и реализации безопасной эксплуатации на дорогах общего пользования автомобильных КТС возможности оперативного управления ТП наиболее эффективно реализуются при использовании системы интеллектуального управления сигналами светофоров на дорожной полосе в режиме «зеленой волны». Подтверждением правильности этого вывода является [4] результат исследования системы интеллектуального управления сигналами светофора.

Сотрудниками Колледжа автоматизации и электротехники Университета китайского Ланьчжоу установлено снижение простоев КТС в заторах и на перекрестках на 7,2% (рис. 1).

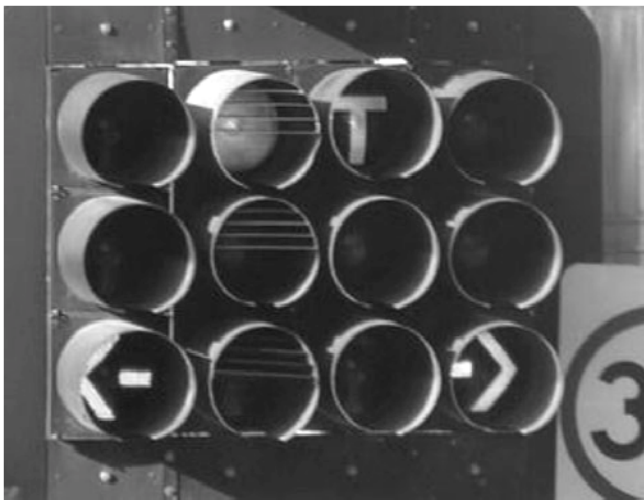


Рис. 1. Интеллектуальная система светофорного регулирования автомобильных потоков

Передовые технологии управления в разной степени автоматизированных КТС (от пилотируемых до беспилотных роботов-автоматов с использованием электронных систем активной безопасности и коммуникации) требуют изменения поведения водителя, ограниченного по когнитивным способностям, и концепции выбора траектории движения самых разных типов КТС по дороге общего пользования в общем ТП.

Исследование этой проблемы проводилось сотрудниками транспортно-технологической компании Leidos и Факультета гражданской и экологической инженерии Университета штата Вирджиния, Факультета гражданской и экологической инженерии Университета штата Южная Флорида и Исследовательского центра Федеральной администрации автомобильных дорог – США. Рассматривалась целостная система оптимизации траекторий движения КТС в общем ТП, обеспечивающая эффективную мобильность, минимизацию нагрузки на окружающую среду и безопасность на основе использования эвристического алгоритма с учетом реальных ограничений [5].

По результатам теоретического анализа разработан модифицированный численный алгоритм. Он основан на субинтеграции эвристического алгоритма и алгоритма одновременной оптимизации времени прохождения маршрута, безопасности дорожного движения и потребления топлива КТС в плотных и интенсивных ТП, контролируемых на светосигнальных перекрестках.

Численные примеры имитационного моделирования трафика показали высокий потенциал подходов управ-

ления движением по трансформационной траектории в приложениях для транспорта.

Проблема маршрутизации пилотируемых и автономных беспилотных КТС, оснащенных автоматическими электронными системами активной безопасности, на дорогах общего пользования разветвленной дорожно-транспортной сети региона и мегаполиса сотрудниками Транспортного и Дорожного колледжей Корнеллского университета (штат Нью-Йорк, США) рассматривается [6] проблема согласованного управления траекториями их движения. Она очень сложна, поскольку каждое КТС обладает множеством степеней свободы перемещений, а траектории соседних участников дорожного движения описываются сложными моделями взаимодействия в ТП. В связи с этим на основе концепции взаимодействия клеточных автоматов разработан эвристический алгоритм минимаршрутизации, позволяющий строить траектории движения, главным образом, беспилотного КТС на сегменте инфраструктуры обустроенной дорожной сети с граничными временными условиями его перемещения и механическими ограничениями по критериям безопасности. Этот алгоритм разбивает всю траекторию движения каждого КТС на несколько участков, каждый из которых оптимизируется по соответствующей аналитической модели. Это трансформирует сложную исходную задачу управления жесткой траекторией на простые составные эвристики.

В этой обобщенной теории установлено, что в мягких условиях с некритичными интенсивностями и плотностями ТП подобные алгоритмы всегда дают приемлемые решения исходной задачи комплексного управления траекториями движения КТС. Кроме того, обнаружено, что эвристическое решение является обобщением решения классической кинематической теории волн путем включения конечных ускорений. Определены теоретические границы разности эвристического решения ускорения и кинематической волны.

Одним из важнейших требований безопасности является обеспечение адаптивного реальным условиям управления системами крупноразмерных КТС, в особенности – с мощным приводом. Актуальные возможные решения этой проблемы рассматриваются [7] китайскими специалистами по безопасности дорожного движения в плане интеллектуального управления полноприводным КТС при переменной динамике движения. Глобальное решение этой проблемы согласованного управления силовым агрегатом, тормозной и рулевой системами КТС состоит в улучшении стабилизации за счет автоматического регулирования режимами работы с предотвращением опрокидывания, рысканий, сносов и заносов за счет отслеживания фактических продольных и поперечных скоростей и ускорений с недопущением критических значений.

Для управления нелинейными связями между разнонаправленными перемещениями КТС и вычисления последовательных оптимальных параметров его движения без нежелательных последствий разработан инновационный алгоритм нелинейного моделирования прогнозного контроля динамики. А сама система управления КТС построена по иерархическому принципу с разделением контроллеров режимов движения на первичный - с их предварительным выбором и адаптационный - в скользящем режиме реального времени.

Как показали имитации в автономных режимах движения беспилотника, эта иерархическая методология

приносит почти 1700%-е улучшение вычислительной эффективности без потери производительности управления. Результаты испытаний с двойным переходом из режима разгона в режим торможения и обратно на криволинейной траектории движения на основе аппаратной системы моделирования в циклах показали, что с использованием оптимального интеллектуального контроллера, среднеквадратичные значения боковых сносов и заносов и ошибки ориентации могут быть уменьшены на 41% и 30%, соответственно. Кроме того, средняя безопасная скорость полноприводного КТС на крутых виражах увеличивается на 0,26 км/ч, максимальный угол бокового скольжения при этом подавляется в 1,9 раз и улучшаются возможности удержания полосы, предотвращаются опрокидывания и столкновения при автономном режиме беспилотного управления.

Насколько продуктивным является использование в системах управления КТС современных электронных средств цифровой визуализации, свидетельствуют результаты аналитического исследования реализаций алгоритмизации транспортного процесса [8]. Использование в технологии электронного идентификационного отслеживания дорожной полосы движения КТС позволило в несколько раз повысить потенциал активной безопасности КТС. Эту технологию использовали сотрудники Колледжа транспорта и автомобильного машиностроения Университета китайского Циндао и Государственной лаборатории автомобильной безопасности и энергетики Пекинского университета.

Особенно эффективны эти мероприятия в сочетании с обеспечением автомагистралей необходимой по интенсивностям ТП пропускной способности. Например, разработанная [9] в рамках Исследовательской программы развития стратегических шоссе США сотрудниками Факультета гражданской и экологической инженерии Университета штата Вашингтон и Научно-исследовательского института транспорта Университета штата Северная Каролина расширенная система принятия решений по пропускной способности автострад основана на методологии надежности времени в пути. Методология оперирует набором предопределенных преобладающих условий для предотвращения случаев как повторяющихся, так и разовых перегрузок в течение длительного времени. Этот подход учитывает различия в уровнях спроса на перевозки автомобильным транспортом разного типа, неблагоприятные погодные условия и стохастические инциденты на автостраде.

По данным официальной статистики, девять из десяти столкновений связаны с маневром поворота. Его различные сценарии уже рассматриваются как варианты испытаний автомобилей на пассивную безопасность по методике Euro NCAP к 2020 г. В предотвращении такого рода столкновений, в особенности при наиболее сложном левом повороте, эффективную роль будут играть системы автоматизированного экстренного торможения. Они оценивают возможности водителя избежать потенциального столкновения путем торможения или использования рулевого управления. В виртуальных экспериментах на имитационных математических моделях с вариацией продольных и поперечных перемещений в режимах попеременного разгона-торможения также зафиксирована действенность автоматического вмешательства этой системы превентивного торможения для предотвращения столкновений и выявления

характеристики реагирования на опасность ситуации [10].

Эталонное моделирование показало потенциал инновационной системы, позволяющей избежать более половины столкновений на поворотах (на прямолинейной траектории движения - около 100%). На криволинейной траектории ее эффективность ограничена доступностью пространственной информации об использовании системы рулевого управления. Такая информация может быть предоставлена датчиками и устройствами дорожно-транспортной инфраструктуры.

Не до конца и не в полной мере оценена и реальная эффективность использования камер заднего наблюдения в предотвращении ошибок парковки и наездов на пешеходов. Этот пробел призваны заполнить исследования несчастных случаев в австралийском штате Виктория [11]. На основании данных экспериментальных исследований установлено, что камеры заднего вида эффективны, но недоказательны в низкоскоростных режимах движения автомобильного КТС задним ходом, особенно в так называемых мертвых зонах видимости, для предъявления претензий нарушителю, наехавшему на пешехода. Широкая доступность современных информационных цифровых технологий в новейших алгоритмах управления повышает стимул для проведения реальных оценок с использованием данных о ДТП.

С использованием логистической модели в 2007-2013 гг. проанализированы 3172 травмы пешеходов в ДТП в Новой Зеландии и в четырех штатах Австралии. Результаты анализа выявили снижение травматизма пешеходов при выполнении маневра парковки задним ходом автомобилистами на КТС, оснащенных современными камерами заднего вида. Однако необходимо совершенствовать эту технологию для большей действенности этой системы активной безопасности.

Примечателен инновационный алгоритм предупреждения об опасности заднего столкновения КТС, разработанный [13] в Государственной лаборатории совершенствования проектирования и производства кузовов КТС Университета Чанши (провинция Хунань, Китай). Он стал результатом имитационного математического моделирования в программной среде VanetMobiSim с помощью сетевого имитатора версии NS2. Его экспериментальные апробации продемонстрировали эффективность функционирования по предупреждению опасности потенциального заднего столкновения, основанного на передаче информации между КТС по специальной технологии, так называемого, короткого замыкания со сканированием критической дистанции и детектированием аварийного сигнала.

Наиболее эффективным ее компонентом являются электронные активаторы приводов устройств безопасности КТС. Так, например, коллективом исследователей проблемы безопасности КТС и дорожного движения из автомобилестроительного концерна AUDI, Высшей технической школы немецкого Ингольштадта и Университета британского Лестера отмечается [12] действенность усовершенствованных электронных систем активной и пассивной безопасности автомобилей, существенно снижающих риски столкновений и тяжесть травм в ДТП. Главная заслуга этого принадлежит приводам, превентивно незадолго до столкновения активирующим устройства с защитными функциями предотвращения столкновения или, хотя бы, смягчения его последствий.

Максимальная эффективность применения этих инновационных разработок реализуется на автомагистралях с движущимися по ним полуавтоматическими и полностью автоматическими, т. е. автономными, беспилотными КТС. Разработанная [14] в Техническом центре автомобильной корпорации Dongfeng Motor из китайского Уханя усовершенствованная система электронной поддержки водителя КТС превращает его в мобильный полуавтомат.

Наряду с уже традиционным адаптивным круиз-контролем работает интегральная система активной безопасности легкового автомобиля Dongfeng Fengshen AX7. Она используется во всем диапазоне скоростей движения для автоматического превентивного экстренного торможения с предварительным предупреждением о возможности столкновения. Интегральная система активной безопасности включает в себя рулевое управление с электрическим сервоприводом усилителя, центрированием, удержанием полосы движения полосы и предупреждения о выезде с нее, а также устройством отворачивания от объекта столкновения. Экспериментальный образец Dongfeng Fengshen AX7 с полным набором этих устройств активной безопасности прошел успешные стендовые, лабораторно-дорожные и полевые эксплуатационные испытания на автомагистрали, улицах и дорогах общего пользования.

Важнейшим компонентом интеллектуальных транспортных систем являются средства автоматического обнаружения и отслеживания помех движению и дорожной разметки. Способ разработан в Институте автоматизации Китайской академии наук, он основан на использовании комбинированной каскадной сквозной сверточной нейронной сети (CasNet) [15]. Одна из ее составляющих решает задачу обнаружения участников дорожного движения, другая - с использованием цифровой информации первой, контролирует направление движения в микро- и макромасштабе по электронной карте.

Комплексная оценка влияния на безопасность комбинированных систем безопасности КТС основана на анализе эффективности отдельных подсистем. Одной из них является система адаптивного круиз-контроля, в значительной степени определяющего динамику движения по автомагистралям. Высокий потенциал полной автоматизации управления беспилотниками продемонстрировало испытание, проведенное в Колледже транспорта при Юго-Восточном Университете китайского Нанкина [16].

Анализ результатов их широкого коммерческого использования позволил установить их большую ориентированность на комфортность передвижения и эффективность управления силовыми агрегатами и меньшую - на обеспечение безопасности в плотных и интенсивных ТП с высокими рисками столкновений.

Разработанная по результатам анализа официальной статистики ДТП этого типа регрессионная имитационная математическая модель рисков столкновений при движении КТС с интегральной системой активной безопасности, включающей в себя подсистему круиз-контроля в напряженном потоке, позволила установить сильную зависимость рисков столкновений пропускной способности автомагистралей от точности настроек параметров функционирования круиз-контроля. Наибольшее снижение риска столкновений (на 30%) было достигнуто при повышении оперативности превентив-

ного срабатывания этого электронного устройства и его использования в составе интегральной системы безопасности, в том числе, в сочетании с современной цифровой дорожно-транспортной инфраструктурой.

Эффективность ее функционирования в разы повышается при использовании оптимизированных алгоритмов управления КТС на основе имитационного моделирования процесса предотвращения их фронтального столкновения. Имитационное моделирование было проведено сотрудниками Университета китайского Чунцина на легковых автомобилях Mazda, Honda, Berkeley и Seungwuk Moon. В имитационных и испытательных экспериментах была оценена эффективность различных вариантов реализации электронной системы автономного превентивного экстренного торможения со сканирующим распознаванием дистанции PreScan, функционирующей в программной среде Simulink, по предотвращению фронтального столкновения [17].

Известны и другие оценки [18], например, эффективности подобных автономных систем экстренного торможения для предотвращения столкновений.

В качестве эталонов для сравнения степени безопасной оснащенности были выбраны легковые автомобили шведской компании Volvo модели X-60 и модели S60 2010-2012 гг. выпуска, а их соперниками стали другие автомобили среднего класса и внедорожники без оснащения такими системами. Установлено, что низкоскоростные системы превентивного экстренного торможения без оповещения водителя предотвратили 27% столкновений, с оповещением - 43%, а функционирующие на более высоких скоростях - более 50%, снизив тяжесть травматизма при невозможности предотвратить столкновение на 20%, 45% и 56%, соответственно, и уменьшив страховые выплаты почти на 1 млн. долл. США.

В качестве мер постепенной адаптации систем управления беспилотниками к смешанному движению по автомобильным дорогам общего пользования до окончательного решения проблемы совместимости и ответственности КТС разного уровня автоматизации или полной автономности пока рекомендуется [19] использовать принцип переменной автоматизации с подключением и отключением функции автономности. На нем в конкретном исследовании сотрудниками авиационно-технологического факультета Госуниверситета Сан-Хосе (штат Калифорния, США) рассмотрена эффективность нормативных ограничений на использование на дорогах общего пользования автономных беспилотных КТС.

В Калифорнийском департаменте автомобильных КТС и дорог в настоящее время из соображений безопасности действует требование переключения режима автоматического вождения на резервное пилотируемое.

Наиболее результативным способом реализации постепенного перехода на полную автономность беспилотных КТС на дорогах общего пользования, по мнению одного из коллективов исследования этой проблемы, является [20] постоянный мониторинг автоматически регистрируемых эксплуатационных характеристик движения КТС. Так, в Институте автомобильного транспорта Университета немецкого г. Аахена оцениваются возможности оптимизации алгоритмов тренажерного воспроизведения сценариев виртуального и реального управления автоматизированными беспилотными КТС на основе компактного бортового информа-

ционного банка данных, предоставляемых обучаемой системой машинного зрения.

Повышенная оперативность и достоверность ее практического применения достигается реализацией в виде цифровых видеокамерных регистраций ассистент-системой окружающей обстановки на нейронной сети, классификацией и локализацией объектов на полученных изображениях.

Выводы

Рассмотренные примеры многочисленных исследований и разработок, проводимых во многих странах мира в области совершенствования систем безопасности КТС и инфраструктуры дорожно-транспортной сети, свидетельствуют о неуклонном стремлении конструкторов, технологов автомобилестроения и транспортной сферы, а также градостроителей к эффективным решениям по предотвращению столкновений в ДТП. Наряду с заменой ограниченной когнитивности человека за рулем машинным зрением и мгновенной реакцией на опасность автомата или робота преследуется цель освобождения человека от выполнения рутинных и трудоемких операций и предоставления ему небывалого до сих пор комфорта.

Литература

1. Ma D., Luo X., Li W., Jin S., Guo W., Wang D. Traffic demand estimation for lane group sat signal – controlled intersections using travel times from video imaging detectors// [Электронный ресурс].-2017.- 11, №4.- С. 222-229.
2. Mecheri S, Rosey F, Lobjois R. The effects of lane width, shoulder width, and road cross-sectional reallocation on drivers' behavioral adaptations// *Accid. Anal. And Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- 104.- С. 65-73.
3. Dang Q., Ma M., Chen Y. A Traffic Sign Recognition Algorithm Based on the 2-Level Impored Le Net-5// *Shaanshifan daxuexuebao Ziran kexueban = J. Shaanxi Norm. Univ. Natur Sci Ed.*- 2017.- 45, 2.- С. 24-28.
4. Dong H., Tang M., Cheng H. Research Intelligent Control of Traffic Signal for Five-road Intersection of Unbalanced Traffic Flow// *Zhangzhou daxuexuebao. Gongxueban = J. Zhengzhou Univ. Eng. Sci.*- 2017.- 38, № 1.- С. 68-73.
5. Ma J., Li X., Zhao F., Hu J., Park B.B. Parsimomous Shooting Heuristic for Trajectory Design of Connected Automated Traffic. Part II: Computational Issues and Optimization// *Transp. Res. B.* [Электронный ресурс].-2017.- 95.- С.421-441.
6. Zhou F., Li X., Ma J. Parsimomous Shooting Heuristic for Trajectory Design of Connected Automated Traffic. Part I: Theoretical Analysis With Generalized Time Geography// *Transp. Res. B.* [Электронный ресурс].- 2017.- 95.- С.394-420.
7. Song P., Gao B., Xie S., Fang R. Optimal Predictive Control for Path Following of a Full Drive-by-Wire Vehicle at Varying Speeds// *Chin J. Mech. Eng.* – 2017.- 30, № 3.- С. 711-721.
8. Kong D., Sun L., Wang J.-q., Wang X.-y. Road Boundary Identification Algorithm Based on 3DLIDAR Point Cloud// *Guangxi daxuexuebao. Ziran kexueban = J. Guangxi Univ. Nat. Sci. Ed.*- 2017.- 42, № 3.- С. 855-863.
9. Wang H.-g., Chen H., Feng W., Lin W.-w. Multi Dimensional Travel Decision Model of Heterogeneous Commuters Based on Cumulative Prospect Theory// *Zhejiang daxuexuebao Congxue ban = J. Zhejiang Univ. EngSci.*- 2017.- 51, № 2.- С. 297-303.
10. Sabder U. Opportunities and Limitations for Intersection Collision Interventum – A Study of World “Left Turn Actors Path”// *Accid. Anal. And Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- 99.- С.342-355.
11. Keall M.D., Fides B., Newstead S. Real-World evaluation of the Effectiveness of Reversing Camera and Parking Sensor Technologies in Preventing Backover Pedestrian Injuries// *Accid. Anal. And Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- Том 99.- С.39-43.
12. Böhmländer D., Dirndorfer T., Al-Bayatti A.H., Brandmeier T. Context-aware system for pre-triggering irreversible vehicle safety actuators// *Accid. Anal. and Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- 103.- С. 72-84.
13. Chen T., Fang N., An L. Vehicle Rear-end Collision Warning Algorithm Based on DSRC// *Qicheanguanyujicongxuebao = J. Automot. Safety and Energy.*- 2017.- 8, № 2.- С. 164-169.
14. Bian N., Zhao B., Lai F., Lin J., Chen J., Zhou J. Development and Application of semi-autonomous Driving Vehicle on Highway// *Qicheanguanyujicongxuebao = J. Automot. Safety and Energy.*- 2017.- 8, № 2.- С. 149-156.
15. Cheng G., Wang Y., Xu S., Wang H., Xiang S., Pan C. Automatic Road Detection and Centerline Extraction via Cascaded End-to-End Convolutional Neural Network// *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sens.* [Электронный ресурс].- 2017.- 55, № 6.- С. 3322-3337.
16. Li Y., Li Z., Wang H., Wang W., Xing L. Evaluating the safety impact of adaptive cruise control in traffic oscillations on freeways// *Accid. Anal. and Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- 104.- С. 137-145.
17. Hu Y., Lu Z., Lin X. Algorithm and Simulation Verification of Longitudinal Collision Avoidance for Autonomous Emergency Brake (AEB) System Based on Pre Scan// *Qicheanguanyujicongxuebao = J. Automot. Safety and Energy.*- 2017.- 8, № 2.- С. 136-142.
18. Cicchino J.B. Effectiveness of Forward Collision Warning and Autonomous Emergency Braking Systems in Reducing Front-to-Rear Crash Rates// *Accid. Anal. And Prev.* [Электронный ресурс].- 2017.- 99.- С.142-152.
19. Favaró F., Eurich S., Nader N. Autonomous Vehicles Disengagements: Trends, Triggers. and Regulatory Limitations// *Accid. Anal. And Prev.* [Электронный ресурс].- 2018.- 110.- С. 136-148.
20. Gronerth P.-N., Lampe B., Eckstein L. Erstellung von automatisch getablen, semi-künstlichen und künstlichen Daten// *ATZ extra.*-2018, Aug.- С. 26-27.

Сведения об авторе

Грушников Виктор Александрович, старший научный сотрудник ОНИ по машиностроению Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН.

Телефон 8 499 152 59 10 (сл.)

E-mail: mach04@viniti.ru.

ЛИДИРУЮЩАЯ РОЛЬ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ В ОСВОЕНИИ ПЕРЕВОЗОК СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Кандидат техн. наук **Вареничев А.А.**, научный сотрудник **Громова М.П.**,
старший научный сотрудник **Дугин Г.С.**
(Всероссийский институт научной и технической информации. ВИНТИ РАН)

THE LEADING ROLE OF NORTHERN SEA WAY IN THE DEVELOPMENT LIQUEFIED NATURAL GAS TRANSPORTATION

Ph.D. (Tech.) **Varenichev A.A.**, Researcher **Gromova M.P.**,
Senior Researcher **Dugin G.S.**
(All-Russia Institute of the Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences)

Российская Арктика, сжиженный природный газ, транспортировка, ледоколы, газоходы, танкеры, Северный морской путь, верфи.

Russian Arctic, liquefied natural gas, transportation, icebreakers, flues, tankers, Northern Sea Way, shipyard.

Рассматривается вопрос роста добычи газа и производства сжиженного природного газа в российских регионах, прилегающих к Северному ледовитому океану. Описывается крупнотоннажный морской флот, осуществляющий доставку сжиженного природного газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона Северным морским путём. Приведена характеристика судостроительного комплекса «Звезда», предназначенного для строительства судов с водоизмещением до 350 тыс. т и ледоколов, способных преодолевать лед 4-х метровой толщины в зимний период.

The question of the growth of gas production and production of liquefied natural gas in the Russian regions adjacent to the Arctic Ocean is considered. It describes a large-tonnage sea fleet that delivers liquefied natural gas to countries in the Asia-Pacific region by the Northern Sea Route. The characteristic of the shipbuilding complex "Zvezda", intended for the construction of ships with a displacement of up to 350 thousand tons and icebreakers capable of overcoming the ice of 4 meters thickness in winter, is given.

В настоящее время, когда вопросы энергетической безопасности приобрели глобальный масштаб и зачастую переходят в политическое измерение, для России актуальна тема арктических ресурсов. Интенсификация освоения ресурсной базы российской части Арктики является одним из главных грузообразующих факторов. Здесь следует отметить, что на дне Северного Ледовитого океана находится почти 30% мировых запасов природного газа и 13% нефти, а вообще за Полярным кругом уже разведано 400 крупнейших месторождений этих энергоносителей. Также в прилегающих к Арктике крупнейших российских нефтегазовых регионах - Западно-Сибирском, Тимано-Печерском и Восточно-Сибирском - запасы нефти и газа составляют около 35% от общероссийских. К 2030г. в прибрежных территориях и на арктическом шельфе предполагается добывать, как минимум, 20% углеводородного сырья, что требует незамедлительного решения проблемы его транспортировки морским путем.

По современным оценкам, углеводородные запасы в регионе составляют 90 млрд. баррелей нефти, 73 трлн. куб. м природного газа, 44 млрд. баррелей газового конденсата [1]. В том числе, на полуострове Ямал разведаны 52 газовых месторождения, суммарные запасы и ресурсы которых составляют 26,5 трлн. куб. м газа, 1,6 млрд. т газового конденсата и 300 млн. т нефти. В их число входит несколько базовых опорных месторождений – это Бованенковское, которое в настоящее время уже эксплуатируется и Харасавэйское и Крузенштернское месторождения. Месторождения природного газа, обнаруженные на Ямале в пределах Ямальской

и Гыданской нефтегазоносных областей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, обладают значительными запасами, одно лишь Бованенковское месторождение обладает разведанными запасами в пять трлн. кубометров газа.

Появление нового центра газовой добычи на Ямале обеспечивает новые транспортные потоки: Северный газовый коридор, система магистральных газопроводов Бованенково – Ухта, Бованенково – Ухта – 2, Ухта – Торжок, Ухта – Торжок-2. Газ с этого и других месторождений по трубам Северного газового коридора пойдет в Центральную Россию и далее в Европу, что обеспечит ресурсную базу Северных потоков 1– 2.

В России Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) является базовой основой продвижения в Арктику. В настоящее время в ЯНАО практически уже созданы пять новых центров добычи нефти и газа, которые станут основой энергетической безопасности страны [2].

К настоящему времени действует несколько транзитных трубопроводных поставок российского газа в Европу. Функционирует Северный поток – 1, запущен Турецкий поток, ведется строительство трубопровода в Китай «Сила Сибири» и Северного потока – 2 в Европу. Но трубопроводные маршруты вряд ли надолго оставят за Россией лидирующие позиции на мировом рынке природного газа. Новые геополитические условия предполагают концентрацию внимания на альтернативных способах доставки голубого топлива потребителям. Таким способом является поставка сжиженного газа, объем которого в 600 раз меньше природного, водным транспортом.

В связи с этим возникла необходимость сжижения природного газа для доставки его потребителям морским путем. Анализ статистики роста экспортных поставок СПГ свидетельствует, что этот вид энергоресурсов обладает большими перспективами, нежели голубое топливо, поставляемое по традиционным трубопроводным маршрутам. За 10 лет экспорт СПГ в мире вырос в 1,9 раза – на 87%, а экспорт трубопроводного газа – только на 6%. Причем спрос на сжиженный газ растет по всему миру. В 2017 году потребность в СПГ со стороны Китая возросла примерно на 50%. Как и многие другие государства, Китай демонстрирует массовый переход с угля на газ в городском отоплении.

В России было заявлено 8 проектов крупномасштабного производства СПГ. К крупнотоннажным заводам в соответствии со сложившейся практикой причисляются заводы производительностью свыше 1 млн. т/год (см. табл.1).

Таблица 1.

Российские крупномасштабные проекты СПГ [3,4]

Проект	Состояние	Проектная мощность млн. т СПГ/год
Сахалин-2	Действующий: 1-я линия, 2009г. 2-я линия, 2010г., 3-я линия планируется после 2023г.	9,6 (2×4,8) 10,8 - после модернизации
Штокмановский	ОИР- 2012г. Приостановлен в 2013г.	51,5 три фазы
Печера СПГ	Pre-feed, 2017г., план – после 2030г.	8-10 (2×4,5)
Ямал СПГ	Действующий: 1-я линия, 2017г., 2-я линия, 2018, 3-я линия, 2018г.	16,5 (3×5,5)
Владивосток СПГ	ОИР первого этапа – 2014г. Приостановлен в 2015 г.	10(2×5)
Дальневосточный СПГ	Pre-feed, 2017г., план – после 2030	10(2×5)
Балтийский СПГ	Pre-feed (предварительная подача), 2018г., план – 2020г. [5], 2023г. [4]	10(2×5)
Арктик-СПГ2	Pre-feed (предварительная подача) 2018г., план – после 2023г.	19.8(6,6×3)

Увеличение поставок газа в Европу за счет строительства новых трубопроводов помогает России удерживать свою долю в энергобалансе стран Европы, но это грозит привести к углублению зависимости от потребителей, которые неоднократно показали свою недобросовестность. Это было с Турцией в 1990 году, когда были снижены цены на газ, поставляемый по «Голубому потоку». То же касается Польши, которая в 2018 году через Стокгольмский арбитражный суд добилась пересмотра цен, установленных ранее контрактом с Газпромом. Терять рынок СПГ в Азиатско-Тихоокеанском регионе, куда он может поставляться по Северному морскому пути, для России весьма нежелательно, поскольку эту нишу могут занять такие поставщики СПГ, как Малайзия, Индонезия, Катар, Австралия.

Азиатско-тихоокеанский регион (АТР) традиционно является главным рынком СПГ, так как большинство стран лишено возможности получать более дешевый трубопроводный газ, СПГ становится единственным источником растущих потребностей. В целом азиатские страны в 2017г. закупили почти 212 млн. т СПГ, а доля Азии на мировом рынке сжиженного газа составляет 72%. По итогам 2017г. Китай (38 млн. т) обогнал Южную Корею (37,3 млн. т) и стал вторым в мире импортером после Японии [5].

Основными направлениями поставок российского СПГ являются страны АТР, а именно: Китай, Тайвань, Южная Корея и Япония. В 2017г. Япония заняла лидирующее положение по объемам импорта СПГ из России (68,5% всех поставок). Экспорт в Тайвань на 70% превысил уровень 2016г., Китай увеличил объем экспорта в два раза.

В августе 2018г. суммарная отгрузка СПГ на экспорт с сахалинского завода и завода Ямал СПГ составила 1584 тыс.т (2168,7 млн м³ в газовом эквиваленте), товарное производство СПГ увеличилось на 645,2 тыс. т (+70,9%) - до 1555,5 тыс. т [6].

Основными конкурентами СПГ-заводов в топливно-энергетических балансах регионов России являются дизель-заправка автомобильного и железнодорожного транспорта и дизельное топливо и мазут в качестве топлива для электростанций и котельных. По оценкам [7], потенциал рынка СПГ для газоснабжения автономных потребителей газа достигнет 4,6 млн. т/год. Еще 1 млн. т/год – потенциал СПГ как резервного и аварийного топлива. В 30 регионах России возможна газификация с использованием СПГ отдаленных районов. При этом наиболее эффективно газифицировать районные центры.

К 2030г. планируется использование СПГ на внутреннем рынке в качестве моторного топлива в объеме до 5,4 млн. т/год в следующих сегментах транспорта:

- магистральный автомобильный транспорт – 1,7 млн. т/год;
- водный транспорт – 1,35 млн. т/год;
- карьерная техника – 1,2 млн. т/год;
- железнодорожный транспорт – 0,75 млн. т/год;
- сельскохозяйственная техника – 0,4 млн. т/год.

Таким образом, к 2030г. более 15% всего объема традиционного топлива, потребляемого в указанных сегментах транспорта, может быть замещено СПГ.

На сегодняшний день инфраструктура малотоннажного СПГ включает технологические установки со следующими функциями:

- загрузка СПГ на малотоннажные суда-газовозы и бункеровщики;
- залив СПГ в фуры и цистерны;
- перегрузка методом «судно – судно» или на бункеровочную баржу;
- залив СПГ в железнодорожные вагоны-цистерны.

Рост интереса к СПГ в Европе можно отнести, в частности, к реализации политики ЕС по обеспечению энергетической и экологической безопасности. По данным Европейской аналитической организации Gas Infrastructure Europe, за последние два года произошел значительный рост инфраструктуры малотоннажного СПГ. По состоянию на конец 2017г. в эксплуатации находилось 25 установок, осуществляющих налив СПГ в фуры-цистерны (на 32% больше, чем годом ранее). На стадии строительства и планирования – еще 14 ус-

тановок. Кроме того, функционирует 15 установок по загрузке СПГ на малотоннажные суда-бункеровщики, на стадии строительства и проектирования – 22 установки. Некоторые терминалы планируют сооружение железнодорожных эстакад.

На сегодняшний день в Европе действуют более 160 заправочных станций СПГ, более 60 строятся или находятся на стадии проектирования [8] (табл.2).

Таблица 2.

Динамика количества объектов по использованию СПГ в Европе

Тип установки	Действующие на конец 2017г.	Изменение в 2016-2017гг.	Строится	В планах
СПГ-терминалы (большие и малые) Погрузка с терминала на судно	19	н/д	6	12
Перегрузка с судна на судно	7	н/д	-	4
Погрузка на малотоннажные суда	15	+67%	10	12
Налив в фуры	25	+32%	7	7
Налив в ж/д цистерны	-	-	-	5
Малые установки по сжижению	21	-5%	н/д	5
Бункеровочные комплексы	39	+50%	12	12
Бункеровочные суда и баржи	11	+120%	1	6
Заправки для фур	167	+139%	8	63
Малые установки регазификации	Менее 1000	н/д	н/д	н/д

По данным европейских агентств, имеется очень большое количество автопарков, работающих на СПГ. Потребление сжиженного газа автотранспортным сектором достигло 70 тыс. т, что эквивалентно 100 млн. м³ газа. Ряд судостроительных компаний приступил к проектированию и созданию судов, использующих СПГ в качестве топлива.

С учетом международных конвенций, по которым Балтийское и Северное моря объявлены зоной снижения выбросов серы, следует ожидать в этом регионе роста использования СПГ в качестве корабельного топлива. В настоящий момент данный рынок находится на стадии формирования. Флот, использующий СПГ в качестве моторного топлива, имеется только в Норвегии, однако все страны балтийского и Северного морей вкладывают значительные инвестиции в строительство новых судов, которые будут использовать газ в качестве основного топлива, а также осуществляют создание соответствующей бункеровочной инфраструктуры.

На севере России основным якорным центром является Мурманская область. Основные направления использования – бункеровка судов, замещение мазута в ЖКХ и промышленности. В перспективе – перевод крупнотоннажной карьерной техники на СПГ.

Еще одним якорным центром является Урал, в Свердловской области развита СПГ-инфраструктура. В существующих и планируемых проектах СПГ здесь используется как в качестве базового, так и резервного и аварийного топлива для котельных. В рамках совместной работы ПАО «Газпром» и РЖД идет опытная эксплуатация разных типов газотурбовозов на СПГ и мобильных заправочных комплексов.

Север Красноярского края с городом Норильск является одним из наиболее перспективных центров использования СПГ. Возможные направления использования – железнодорожный транспорт, бункеровка судов в порту Дудинка, карьерная техника, автономное энергоснабжение.

Для вывоза продукции Ямал-СПГ в общей сложности должны работать 15 танкеров-газовозов усиленного ледового класса Arc7 вместимостью 170 тыс. м³ (около 74 тыс. т) [9]. Танкер «Кристоф де Маржери» принял в декабре 2017г. в порту Сабетта первую партию ямальского СПГ, работают еще 4 аналогичных танкера, они построены в Южной Корее.

Эти танкеры-газовозы способны осуществлять круглогодичную транспортировку СПГ без ледокольной проводки в западном направлении и в течение летней навигации – в восточном. Суда могут самостоятельно проходить льды толщиной 2,1м и более и работать при температуре -50°С. Танкер обладает системой двойного действия: носовая часть приспособлена для навигации в открытой воде и в условиях тонкого льда, а кормовая - оптимизирована для самостоятельной навигации в сложных ледовых условиях. Использование танкеров ледового класса - дорогое удовольствие, поэтому решено построить на Камчатке перевалочный терминал мощностью до 20 млн. т/год. Здесь сжиженный газ Ямала и Гыдана (завод Арктик-СПГ2) будет перегружаться на более дешевые в эксплуатации конвенционные (неспециализированные) суда. По некоторым прогнозам, после запуска всех заводов по сжижению газа Ямал станет центром производства СПГ с объемом 80 млн. т/год [2].

Для обеспечения отгрузки продукции Ямал-СПГ предназначен порт Сабетта, строительство которого в рамках проекта «Ямал СПГ» завершает федеральное правительство РФ в партнерстве с рядом частных инвесторов. Сабетта представляет собой первый многоцелевой международный порт, предназначенный для переработки и закачки сжиженного газа в суда-газовозы для дальнейшей его транспортировки по Северному морскому пути (СМП). Большая часть его объема сейчас продана покупателям из стран Европы и Азии.

Сжиженный природный газ отгружается через двухпричальную технологическую эстакаду СПГ. Перевозки СПГ начались в декабре 2017г. Транспортировка СПГ производилась в Европу прямыми рейсами с перевалкой в различных портах на конвенционные (общего назначения и средней вместимости) газовозы [1].

Летом 2018 г. был совершен первый рейс поставки СПГ в Китай без ледокольного сопровождения по восточному направлению Северного морского пути, предназначенного для обеспечения с 2019 г круглогодичной навигации судов по СМП.

Наиболее важным для проекта «Ямал СПГ» является определение путей транспортировки газа. Компанией «Новатэк» принято решение о поставке газа судами по

СМП. Уже разработаны оптимальные их маршруты: один летом - севернее Новосибирских островов для проводки судов с водоизмещением от 120 тыс. т в страны Азии, а второй - зимой по стандартному маршруту через Суэцкий канал. При реализации этого проекта к 2020 г. грузооборот по СМП составит 16,5 млн. т и может вырасти еще на 22,0 млн. т за счет освоения газовых месторождений компанией «Газпромнефть» Новопетровского нефтеконденсатного месторождения на севере п-ова Ямал. Имеются также планы по запуску второго комплекса завода по производству СПГ, рассчитанного на 16,5 млн. т в год (на базе ресурсов по добыче газа в Южно-Тамбейском месторождении).

Предполагается также строительство современного российского порта в бухте Индига, акватория которой большую часть года из-за теплого течения Гольфстрим не замерзает и характеризуется большими глубинами, позволяющими океанским судам заходить в порт. Вблизи порта Индига, на материковой части Ненецкого АО, расположены Кунжинское и Коровинское газоконденсатные месторождения с запасами газа более 160 млрд. куб. м и запасами нефти порядка 1 млрд. т. Инфраструктура этого порта будет включать нефтеналивные системы и базу по ремонту флота. Будет построен завод по производству СПГ с терминалами по его отгрузке на газовозные суда. Имеются планы по развитию транспортно-логистической составляющей этого порта, увеличению его грузооборота до 30 млн. т в год. В дальнейшем предполагается интегрировать пути сообщения Ненецкого АО с транспортной сетью всей России. Суммарная стоимость проекта составляет более 1 трлн. руб. (доля частного капитала составит 50%).

Следует отметить, что территориально северные порты размещены вблизи мест создания новых производственных комплексов, в наиболее удобных местах на берегах окраинных морей Северного Ледовитого океана и в низовьях таких глубоководных рек, как Енисей, Хатанга, Лена и Колыма.

Судоходство на СМП позволит развивать перевозки по крупным сибирским рекам и по направлению моререка (Енисей, Обь, Лена) [10]. Это может стать основой для газификации потребителей вдоль рек, опорной точкой для начала бункеровки речных судов. Также судоходство на СМП потребует значительно меньшего количества топлива (по сравнению с Суэцким каналом) за счет существенного сокращения маршрута между Европой и Азией, что позволит получать дополнительные доходы.

Развитие российской Арктики, связанное, главным образом, с освоением минеральных ресурсов, является в среднесрочной перспективе приоритетным направлением для страны. Проекты такого развития вызовут рост грузопотока, который оценен в 100 млн. т к 2030г. Транзитные грузопотоки могут добавить к этим объемам до нескольких млн. т. Все это формирует масштабный крупнотоннажный грузопоток, для обеспечения которого необходимы новые стандарты и требования к безопасности судоходства. Для эффективной реализации планов экономического развития и транзита требуется масштабное развитие портовой инфраструктуры, навигационного, спасательного и сервисного обслуживания СМП, а также создание бункеровочной инфраструктуры на всем протяжении СМП.

Экономическое развитие в Арктике потребует технического переоснащения флота, которое может быть

сопряжено с широким использованием СПГ в качестве бункерного топлива. В первую очередь, это связано с государственной программой развития российской Арктики:

1. Изменением схемы снабжения материалами Норильского промышленного узла.
2. Обустройством арктических месторождений.
3. Активизацией геологоразведочных работ (ГРР) на шельфе.
4. Масштабом производства СПГ на Ямале и организацией ледокольной проводки судов.
5. Государственной программой освоения Арктики, в т.ч. обеспечением вопросов национальной безопасности.

Все суда для безопасной работы в Арктике должны быть соответствующего ледового класса. Построенные специально для Арктической зоны, они будут работать в Арктике постоянно без релокации в другие районы. Наилучшим вариантом является строительство новых судов, которые сразу могут использовать СПГ.

СПГ может поставляться как с работающих — «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ», так и с планируемых производств - «Печора СПГ». Кроме того, поставка СПГ возможна из Норильска, Якутии и с Чукотки, в этих районах в отдельные периоды рассматривались возможности производства СПГ. При следовании по маршрутам в западном направлении СПГ-суда будут иметь возможность сопряжения с деятельностью СПГ-терминалов в Европе. Для поставки СПГ в Арктическую зону рассматриваются СПГ-проекты по Балтийскому морю.

География реализуемых и возможных центров производства СПГ благоприятна для организации морского транспортного коридора вдоль СМП, в котором в качестве бункерного топлива будет использоваться СПГ. Доступность СПГ и короткое транспортное плечо, надежность поставок СПГ с различных производств обеспечат значительные ценовые конкурентные преимущества СМП по сравнению с другими маршрутами, что позволяет надеяться на существенный рост транзитных грузоперевозок по СМП [10, 11].

Проекты производства СПГ в Арктике по своему объему являются проектами мирового уровня. Это позволяет рассматривать СПГ не только в качестве бункерного топлива, но и в следующих направлениях:

- энергообеспечение геологоразведочных работ на шельфе и обеспечение платформ;
- плавучие энергостанции;
- северный завоз нефтяных топлив;
- береговые и плавучие газовые хранилища для населенных пунктов;
- газо- и энергообеспечение населенных пунктов на СМП и реках акватории Северного Ледовитого океана;
- развитие морских портов с учетом экологической чувствительности окружающей среды к интенсивной хозяйственной деятельности человека.

Проект освоения Павловского месторождения на Новой Земле может также использовать СПГ для энергообеспечения промышленных объектов. Общая потребность в энергии составляет 30–40 МВт. Для получения электроэнергии можно использовать газопоршневые (газотурбинные) двухтопливные установки, работающие на сжиженном природном газе. Годовой объем СПГ для энергетической мощности ГОКа составит примерно 50000–60000 т. Использование СПГ в

качестве энергоносителя позволяет снизить энергетические ограничения и экологические риски в развитии Арктики.

Арктическая стратегия РФ25 предусматривает мероприятия по обеспечению экологической безопасности и активному использованию местных энергетических ресурсов, что позволяет использовать СПГ в Арктической зоне как для бункеровки, так и для энергоснабжения населения и промышленных потребителей. Использование судов на СПГ для перевозки нефти, металлов и иных грузов позволяет окупить затраты на использование газового оборудования и специальных двигателей за 2,5–5,5 лет, что подтверждает высокую конкурентоспособность СПГ в Арктике. Кроме того, учитывая значительную долю расходов на транспортировку в конечной стоимости продукции, актуальным является создание собственного производства газозовозов. Газозовозы России пока строятся на южно-корейских верфях [4]. Однако для освоения минеральных богатств Арктики необходимы суда и ледоколы собственного производства.

На Дальнем Востоке организуется промышленный кластер ССК «Звезда» по строительству судов и морской техники для освоения шельфовых месторождений. Основа проекта - судовой верфь крупнотоннажного судостроения, на которой будут строить суда водоизмещением до 350 тыс. т, морские платформы, суда ледового класса. Уникальной особенностью этой судовой верфи является наличие сухого дока длиной 500 м, в котором будет осуществляться крупноблочная сборка крупнотоннажных судов. Это единственная в России верфь таких размеров. Открытый достроечный стапель верфи – сложное инженерное сооружение площадью 12 га. На судовой верфи будут работать четыре порталных крана грузоподъемностью 100 т, два крана козлового типа грузоподъемностью 320 т и кран-гигант типа «Голиаф» грузоподъемностью 1200 т, высотой 110 м с крановой балкой длиной 230 м. Инфраструктура и технологии судостроительного комбината позволят автоматизировать все процессы. Здесь применяют высокоточные методы разметки, сварки и резки металла, включая лазерные.

В сентябре 2018 года на судостроительном комплексе ССК «Звезда» в городе Большой Камень на Дальнем Востоке состоялась закладка танкера типа «Афрамекс». Технологический партнер в реализации проекта по строительству «Афрамексов» - южно-корейская компания Hyundai Heavy Industries Co. Длина судна составляет 250 м, ширина – 44 м, осадка 10 м, дедвейт – 114 тыс. т, скорость – 14,6 узла. Такие танкеры – суда нового типа, работающие на газомоторном топливе и соответствующие новым правилам по ограничению выбросов оксидов и парниковых газов, которые будут введены с 2020 года в бассейне Балтийского и Северных морей. На воду первый такой танкер спустят в 2020 году. В портфеле ССК «Звезда» 10 заказов на такие танкеры.

Кроме того, на ССК «Звезда» будут строить атомные ледоколы типа «Лидер» мощностью 120 МВт, стоимостью порядка 70 млрд. руб. Они первыми смогут проводить суда по СМП при толщине льда до 4-х м. ССК «Звезда» сможет выпускать суда водоизмещением до 350 тыс. т, элементы буровых платформ, суда ледового класса, морскую технику любой сложности и назначения.

До этого времени суда подобного класса в России не производились. Крупные танкеры, танкеры-газовозы, сложная морская техника для освоения шельфа – все это закупалось за границей. Для перевозки российской нефти приходилось покупать или арендовать иностранные суда.

В 2018г. первый СПГ с завода Ямал-СПГ был отправлен потребителю в АТР на построенном в Южной Корее танкере «Кристоф де Маржери» - одном из 15 танкеров-газовозов для проекта Ямал-СПГ. Судно может осуществлять круглогодичную навигацию без ледокольной проводки по Северному морскому пути в западном направлении и в восточном направлении – в течение летней [11]. В 2018г. первый всесезонный арктический танкер «Борис Соколов» для перевозки СПГ построил Китай. Танкер будет передан Греции. Судно будет эксплуатироваться на проекте Ямал-СПГ.

Большие экологические и экономические преимущества сулит перевод так называемого северного завоза на СПГ. Это даст дополнительную синергию и ускорит реализацию проектов по организации бункеровки сжиженным газом в Арктике, а также будет способствовать газификации различных потребителей в отдаленных районах. Для этого требуется не только строительство заводов по производству СПГ, но и формирование флота газозовозов и систем хранения СПГ у потребителя.

По инициативе Всемирного фонда дикой природы начала пилотная проработка возможности перевода на СПГ одного из арктических регионов – Чукотки, что позволит обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие, повысить качество жизни населения. При этом объем выбросов в атмосферу снизится почти в два раза от текущего уровня [12].

К 2026г. объем грузопотока по СМП составит более 45 млн. т/год (из которых 37,2 млн. т составит СПГ [13]), согласно данным, утвержденным Центральной комиссией по согласованию технических проектов разработки месторождений Роснедра.

В заключение следует сказать, что СМП представляет собой сложную транспортно-логистическую систему, во многом определяющую потенциальные возможности развития северных регионов стран [14]. В этих условиях Россия предпринимает конкретные меры по освоению арктического бассейна и плаванию по СМП. Уже имеются такие документы, как «Основы госполитики РФ в Арктике для обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» и принятая в 2013 г. «Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года». Также вопросы освоения СМП отражены в недавно принятом Федеральном законе №132-ФЗ. Отсюда можно сделать вывод, что Арктика для нашей страны является не только зоной геополитических интересов, но и важной стратегической ресурсной базой.

Можно сказать, что сегодня СМП является единственной магистралью для транспортировки всех природных богатств, разрабатываемых и добываемых в Арктике. При этом основными грузами для транспортировки являются газ и нефть. Долгосрочные планы по увеличению транспортировки грузов по СМП предполагают, что к 2030 г. грузооборот должен возрасти до 50 млн. т в год и значительная доля этого грузооборота придется на перевозку СПГ. Для такого объема перевозок требуется создание модернизированной транспорт-

но-логистической системы и внедрение инновационных подходов управления в систему взаимодействия всех участников этого процесса, а для эффективной работы СМП с экономической точки зрения большое внимание должно быть уделено проводке крупнотоннажных судов [15, 16].

Превращение СМП в регулярную морскую трассу вдоль всего побережья Северного Ледовитого океана от Мурманска до Берингова пролива даст возможность России обеспечить не только социально-экономические, но и важные геополитические преимущества, что необходимо для укрепления позиций России как в Арктике, так и во всем мире.

Литература

1. Международное сотрудничество, безопасность энергетических проектов и транспорта в Арктике. По материалам встречи в Саббете // Арктические ведомости. - 2017. - №4. - С.4-9.
2. Кобылкин Д. Ямал – это опора российской Арктики // Арктические ведомости. – 2017. - №4. – С. 10-13.
3. Миславский С. Путь России: сжиженный природный газ // Газовый бизнес. – 2018. - №2. - С.34-39.
4. Собко А. Россия перед рывком // Нефтегазовый вестник. – 2018. - №11, июнь (435). - С. 31-37.
5. Рогинский С. ES CAPX: внешние и внутренние аспекты // Нефтегазовая вертикаль. – 2018. - №17, сентябрь (439). - С. 39-46.
6. Тихонов С. Ямал СПГ – билет в будущее // Нефтегазовая вертикаль. – 2017. - № 23, декабрь (420). - С. 21-26.
7. Итоги // ТЭК России. – 2018. - №9. - С.90,92.
8. Сергеева А., Хауг А. Малый СПГ для Европы // Нефть России. – 2018. - №5. - С.15-19.
9. Прусаков В. Ледокольные заторы на пути организации круглогодичного экспорта СПГ из российской Арктики // Нефть и капитал. – 2018. - №6 (248). - С.38-43.
10. Григорьев М. Арктическая магистраль // Нефтегазовая вертикаль. – 2018. - №8. - С.25-28.

11. Забелло Е. СПГ из Арктики // Oil & Gas J. Rus. – 2018. - № 1-2. - С.28-33.

12. Фишкин Д. В Арктике начал альтернативно-плановый подход к социально-экономическому развитию // Нефтегазовая вертикаль. – 2018. - №8. - С.20-24.

13. Морозова М.Н. Развитие Северного морского пути: проблемы и пути их решения//Экономика и социум.-2017.-№7(38)-С.-3-618.

14. Дугин Г.С. Возможности Северного морского пути для внутренних и внешних перевозок // Интегрированная логистика-2015. - №2. - С.5-6.

15. Гагарский Э.А., Кириченко С.А., Козлов С.Г. Транспортное обеспечение добычи углеводородов в прибрежных и шельфовых месторождениях Ямала - актуальная проблема современного развития нефтегазовой отрасли // Транспорт: наука, техника, управление (Сб. НТИ ВИНТИ РАН). – 2016. - №5. – С. 46-52.

16. Гагарский Э.А., Козлов С.Г., Кириченко С.А. Северный морской путь станет альтернативной мировой комплексной транспортной магистралью// Транспорт: наука, техника, управление (Сб. НТИ ВИНТИ РАН). – 2018. - №7. – С. 22-27.

Сведения об авторах

Вареничев Анатолий Алексеевич, к.т.н., зав. Отделением наук о Земле ВИНТИ РАН
125190, Москва, ул. Усиевича 20.
Тел. (499) 155-4621
E-mail avar@viniti.ru.

Дугин Георгий Сергеевич, с.н.с., зам. зав. Отделом по транспорту ВИНТИ РАН.
Тел. (499) 155-4322
E-mail tranlog@viniti.ru.

Громова Марина Петровна, зам. зав. Отделом по геологии и горному делу ВИНТИ РАН.
Тел. (499) 155-4427
E-mail mgromova@viniti.ru.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТОК И ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Научный сотрудник **Пенязь И.М.**
(Всероссийский институт научной и технической информации.
ВИНИТИ РАН)

INFORMATION TECHNOLOGIES OF DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS AND THEIR APPLICATION

Researcher **Penyaz I.M.**
(The All-Russia Institute of the Scientific and Technical Information.
VINITI of RAS)

Полимерные композиционные материалы, программные комплексы, моделирование, информационные площадки, железнодорожная отрасль, авиастроение, высокие издержки, перспективные направления, эффективность производства, перспективные рынки.

Polymer composite materials, application programs, modeling, information platforms, railway industry, aircraft construction, high costs, promising areas, production efficiency, perspective markets.

Представлен анализ современных программных продуктов с целью выявления наиболее эффективных решений для проведения расчета, проектирования, моделирования и производства композитных материалов и изделий в разных областях промышленности и экономики. Показаны возможности, преимущества и значимость современных подходов, реализованных через программные комплексы. Дан краткий обзор основных возможностей популярных компьютерных программ, приведены примеры их использования в разных областях промышленности и отмечены перспективные направления развития отрасли композитов.

The analysis of modern software products is presented in order to identify the most effective solutions for calculating, designing, modeling and producing composite materials and products in various industries and economics. The possibilities, advantages and significance of modern approaches implemented through software systems are shown. A brief overview of the main features of popular computer programs is given, examples of their use in various industries are given, and promising areas for the development of the composites industry are noted.

Применение инновационных полимерных композиционных материалов для повышения транспортной эффективности

В последние годы в различных отраслях промышленности все чаще используются изделия на основе композитов, которые являются одними из наиболее эффективных и технологичных материалов. Полимерные композиционные материалы (ПКМ) широко применяются в авиастроении благодаря низкой плотности и высокой прочности. Грамотное моделирование композитных материалов является одной из основных задач в авиастроении. Большой опыт в этом вопросе имеет компания Boeing: в современном магистральном самолете (проект 7E7, Dreamliner) свыше 50% конструкции составляют силовые элементы из композитов [1].

Дальнейшее повышение транспортной эффективности будет обеспечиваться внедрением в силовую конструкцию планера новых волокнистых характеристиками. Требования к материалам для современных высокоскоростных поездов очень близки к требованиям для авиационных материалов, и ведущие мировые производители локомотивов и вагонов начали широко внедрять детали из ПКМ. Для этого при производстве технологичного подвижного состава используются современные средства компьютерного моделирования на основе способов многомерного автоматизированного конструирования и программируемого процессорного времени. Инновационная технология позволяет максимально

снижать массу, добиваться максимальной прочности конструкции наряду с высокими показателями по безопасности. В процессе разработки конструкции учитываются все пиковые, в том числе и внедорожные, нагрузки, вплоть до столкновений и опрокидывания состава.

Использование ПКМ при производстве подвижного железнодорожного состава существенно снижает затраты не только на его изготовление, но и на эксплуатацию, значительно повышая долговечность. Основными причинами замены стальных материалов на композиционные являются требования повышенной прочности, коррозионной стойкости, шумопоглощения, наименьшей агрессивности к окружающей среде и т.д.

В России обозначился резкий рост интереса к применению ПКМ на железнодорожном транспорте. В последние 5–10 лет в стране широкое применение композитов в подвижном составе железнодорожного транспорта осуществляется на основе разработанной стратегии развития железнодорожного транспорта. Стратегия также включает экономическое стимулирование предприятий отрасли, создание профильных информационных и коммуникационных площадок.

Среди производителей композиционных материалов в железнодорожной отрасли следует назвать такие компании, как «ВГМ Композит», ООО НПП «Полет», ООО «НПП «АпАТЭК», ООО «Композит Групп» и др. Потребителями продукции из ПКМ являются предприятия: ОАО «Демидовский машиностроительный завод»

(ОАО «ДМЗ»), ОАО «ХК «Коломенский завод», АО «УК «Брянский машиностроительный завод», ОАО «Метровагонмаш» и др. Здесь широкое применение композиционные материалы находят в качестве изделий внутренней отделки салонов вагонов, кабины машиниста, деталей и узлов, таких как тормозные колодки, накладки, элементы вентиляторов и т. п. подвижного состава [2].

Большую часть исследований и разработок по внедрению композиционных материалов на железнодорожном транспорте ведут железные дороги **Европы и Японии**, причем в основном - применительно к пассажирскому подвижному составу. Применение легких и высокопрочных материалов стало целесообразным на грузовых железных дорогах **Северной Америки** и в настоящее время здесь создалась благоприятная ситуация в отношении грузового подвижного состава и элементов верхнего строения пути,

В Европе работы по выбору и оценке композиционных материалов проводились в рамках 3-летней программы HYCOTRANS, в которой участвовали шесть стран - членов Европейского союза: Великобритания, Германия, Испания, Португалия, Греция и Италия. Цель программы - отработка технологий создания надежных и обеспечивающих безопасность гибридных композитных конструкций для транспортных средств, отражающая потребность железнодорожной отрасли в легких и в то же время эффективно поглощающих энергию соударения перспективных материалах, которые могли бы заменить металл и найти применение на грузовом и пассажирском транспорте. Результатом этой программы стало изготовление и применение композиционных материалов в деталях и узлах подвижного состава.

В настоящее время в число наиболее крупных западных производителей подвижного состава, применяющих ПКМ для их производства, входят такие компании, как Alstom Transport (Франция), Amtrak (США), GE Transportation (США), Siemens AG (Германия), Bombardier Transportation (Германия), Stadler Rail AG (Швейцария) и консорциум Kawasaki Heavy Industries (Япония). В качестве наиболее известных подвижных составов, в интерьере, экстерьере и иных деталях и узлах которых применяются композиционные материалы, можно выделить поезда фирм: Amtrak's Acela Express (США), TGV (Train à Grande Vitesse, Франция), AGV (Automotrice à grande vitesse, Франция), Siemens Velaro (Германия), суперэкспресс-поезд (Super Express Train – efSET, Hitachi Rail, Япония), синкансэн поезда (Shinkansen trains, Япония), локомотивы серии Evolution (GE Transportation, США), Stadler FLIRT (Stadler Rail AG, Швейцария) и др.

Современное производство требует новых технологичных разработок изделий с повышенным стандартом качества, высокими эксплуатационными характеристиками и более длительным жизненным циклом. Следует указать, что характеристики создаваемого изделия, как и его свойства, зависят не только от выбора исходных компонентов, но и технологии их совмещения. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется композиция, включающая новые свойства, которыми изолированные компоненты не обладали. Известно, что разработка технологии производства композитного изделия всегда была связана с большими временными и финансовыми затратами.

Программное обеспечение для изготовления изделий из композитов. Современные мировые научные разработки и опыт их внедрения в промышленности

Одним из способов решения проблемы высоких издержек является применение специализированного программного обеспечения для моделирования всей цепочки производства и эксплуатации изделий, исключая изготовление прототипов и их испытания в процессе разработки проекта. Для расчета, проектирования, моделирования и анализа производства композитных материалов (КМ) в мире широко применяются современные прикладные программные комплексы. Среди известных программных продуктов следует назвать **ANSYS, COMSOL, ABAQUS, ESI Group** и др. Работа многих программ основана на методе конечных элементов, который используется для решения инженерных задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики. Кроме того, с помощью компьютерного моделирования можно оперативно редактировать параметры или полностью перерабатывать проект.

Все конечно-элементные программы можно условно разбить на несколько групп. К первой группе относятся наиболее сложные, отличающиеся высокой точностью программные комплексы, для моделирования процессов из разной области физических явлений – это **ANSYS** и **COMSOL**. С помощью этих комплексов в ходе расчета заранее прогнозируются все возможные дефекты и изменения свойств заготовки в процессе производства. При этом компьютерное моделирование позволяет исследовать различные технологии производства композитных конструкций и оперативно редактировать параметры. Специализированные программы способны перепроверить конструктора, смоделировать работу изделия с используемыми материалами и предложить доработки, к примеру, уменьшить уровень напряжений или вообще убрать возникающий концентратор напряжений. В итоге существенно сокращается время разработки проекта и количество прототипов, что позволяет оценить данный подход как наиболее экономичный [3,4].

Программный комплекс ANSYS уже более 30 лет является популярной и точной расчетной системой в мире (более 1 млн. пользователей в 117 странах мира). В число клиентов компании ANSYS входят практически все крупнейшие промышленные корпорации мира: BMW, Boeing, Caterpillar, Daimler-Chrysler, FIAT, Ford, General Electric, Lockheed Martin, Mitsubishi, Shell, Volkswagen-Audi и др. Следует отметить, что программные продукты ANSYS успешно применяются для исследований на многих ведущих предприятиях промышленности РФ. Компания первой реализовала решение связанных многодисциплинарных задач, включила собственный язык программирования APDL. Особенностью программы является файловая совместимость линейки продуктов ANSYS для всех поддерживаемых платформ. Пользователи программы могут просматривать результаты как в общем для всей конструкции, так и детально – на уровне отдельного слоя, что позволяет учитывать в расчёте ориентацию волокон в слоях, даже в случае сложной геометрической формы изделия [5, 6]. Графический интерфейс пользователя Solver Manager для наблюдения и управления процессом решения предоставляет возможность визуализировать

различные расчетные величины. Предложенный модельно-теоретический подход, в отличие от других программ, позволяет разрабатывать компьютерные модели зон контактного взаимодействия. Эти модели описывают тепловое и напряженно-деформированное состояние материалов при приложении внешних воздействий в условиях нестационарной теплопередачи с учетом влияния времени электронного спекания, особенностей структуры частиц порошкового слоя на формирование температуры полей, деформации компонентов, распределения температуры, термо- и механических напряжений. Высокая точность числовых исследований, постоянно обновляющееся программное обеспечение, разнообразие решаемых и моделируемых процессов позволили программному комплексу ANSYS получить распространение у большого числа компаний в разных сферах индустрии. Получаемые результаты постоянно используются в проведении своих научных исследованиях учреждениями высшего образования и различными научно-исследовательскими центрами многих стран.

Программный комплекс COMSOL - это основанная на передовых численных методах расчета *универсальная* программная платформа для компьютерного моделирования различных физических задач. Более 30 дополнительных числовых продуктов позволяют расширять платформу моделирования, используя специальные физические интерфейсы и инструменты для электрических, механических, гидродинамических и химических систем. Имеет большие возможности в изучении материалов при напряженно-деформированном состоянии [7].

Конечно-элементный комплекс ABAQUS предназначен для проведения как прочностного инженерного многодисциплинарного анализа, так и для научно-исследовательских и учебных работ. Основные сферы применения ABAQUS — оборонная промышленность, авиастроение, автомобилестроение, электроника, металлургия, производство энергии, добыча и переработка нефти и т.д. Можно выполнять анализ таких сложных конструкций и механизмов, как турбомшины, двигательные установки, шасси и трансмиссии, шины, транспортные средства, кроме того, решать сложные задачи по моделированию аварийных столкновений (краш-тесты), проводить расчеты, касающиеся прочности электронных компонентов, сверхпластического формирования, сейсмического и взрывного воздействия, а также расчет надежности ядерных реакторов. Программный комплекс ABAQUS доступен на всех стандартных платформах — от персональных компьютеров с ОС Windows NT/2000/XP до рабочих станций под UNIX и кластеров [8].

Примеры использования ABAQUS в авиакосмической промышленности. Среди компаний авиакосмической промышленности, применяющих ABAQUS, — General Dynamics, Lockheed Martin, US Navy, Boeing, Airbus, Roll Royce и др. Компания Boeing использует ABAQUS на протяжении многих лет и является стратегическим партнером в области исследования потери несущей способности авиационных конструкций, механики разрушения, а также в задачах оптимизации и моделирования технологических процессов. На территории России, Украины и Беларуси компания «ТЕСИС» является официальным дистрибьютером программного комплекса ABAQUS и осуществляет все работы по системной интеграции программы, техническому обслуживанию,

обучению пользователей в области прочностного инженерного анализа с большой точностью и за меньшее время [9].

Компания ESI Group (Франция) – один из ведущих разработчиков и поставщиков программного обеспечения для численного моделирования процессов производства композитных изделий, их поведения в ходе эксплуатации и проведения испытаний в различных условиях. Существуют три подхода к моделированию, реализованные в программах 2D, 2,5D и 3D. Они позволяют минимизировать временные затраты на моделирование и ускорять верификацию моделей. Официальным представителем ESI Group в России является компания "Делкам-Урал", имеющая своих партнеров в России, таких как ОАО "КАМАЗ-Металлургия", ОАО "Авиадвигатель", Организация ЗАО "ЦНИИ "Транс-ЭлектроПрибор", Челябинский механический завод. Программные решения компании ESI Group позволяют осуществить полный цикл производства детали при помощи моделирования на компьютере – от операций изготовления основы композита, предварительной формовки, пропитки связующим веществом до испытаний готового изделия [10].

Заключение

В данном обзоре представлены инновационные и часто используемые программные комплексы для проведения компьютерного моделирования и расчетов. Сравнительный анализ показал, что наиболее многофункциональной по своим возможностям является программный комплекс Ansys, включая **решение связанных задач в изучении свойств композитных покрытий**. Крупнейшие в мире производители электроники, техники, различного оборудования используют в своем производстве результаты, полученные через моделирование в программном комплексе Ansys пользователя. Ежегодно в Москве проводятся международные конференции пользователей данной программы, спонсором проведения которой является компания NVIDIA – один из крупнейших в мире разработчиков графических ускорителей и процессоров, а также наборов системной логики, что также демонстрирует высокий уровень качества проведения исследований.

В настоящее время наметились быстрорастущие тенденции развития отрасли композитов из-за их уникальных свойств за счет увеличения спроса в ключевых промышленных сегментах. Ежегодно рынок применения композитов увеличивается на 11%, тогда как рынок металлов – всего на 2%. Расширяются сферы их применения в авиа-, автомобиле-, судостроении, железнодорожной отрасли, энергетике, строительстве и др. По прогнозам, к 2025 г. ожидается удвоение мирового рынка углеводного волокна с 80 тыс. т (2018 г.) до 161 тыс. Прогнозируется также, что наиболее активно развивающийся сегмент «авиация и космос» удвоится к 2025 г. и достигнет 85 тыс. т, а соотношение использования углеволокна в готовых изделиях к 2025 г. составит 335 тыс. т вместо 141 тыс. т – в настоящий момент [11].

Новые цифровые технологии позволяют смоделировать точные до пусков изделия и инновационные композитные конструкции высокоответственного назначения из полимерных композиционных материалов (композитов), находящих широкое применение в разных отраслях современной экономики. Программные про-

дукты дают возможность пользователю реализовать данную задачу, максимально сократив количество дорогостоящих опытных образцов и особенно важно – существенно уменьшить временные и финансовые затраты.

Литература

1. [Электронный ресурс].- URL: http://uran.donmtu.org/~masters/2012/fmf/dmitrichenko/library/article1_4.pdf.
2. Дориомедов М.С., Дасковский М.И., Скрипачев С.Ю., Шеин Е.А. Полимерные композиционные материалы в железнодорожном транспорте России (обзор) // Электронный научный журнал «Труды ВИАМ». 2016. №7. [Электронный ресурс].- URL: [http // viam-works.ru/ru/articles?art id=988](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=988).
3. Ковтун В.А., Короткевич С.Г. Обзор современных прикладных программных комплексов для проведения исследований композитных изделий // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". 2016 г. Выпуск № 1 (65). [Электронный ресурс].- URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Котов В.А. Моделирование производства композиционных материалов – вызов времени // Наука и производство: Перспективные материалы для авиакосмической промышленности. 2013. № 2. С. 22-24.
5. Ansys Theoretical Manual. [Электронный ресурс].- URL: [http:// www.cadferm.ru](http://www.cadferm.ru).

6. Елисеев К.В., Зиновьева Т.В. Вычислительный практикум в современных САЕ- системах // Компьютерное моделирование. СПб.: СПбПУ, 2008. С. 36-54.

7. Сайт компании разработчика пакета COMSOL Multiphysics. [Электронный ресурс].- URL: <http://www.comsol.com>.

8. Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". Выпуск № 1 (65), 2016.

9. [Электронный ресурс].- URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>

10. [Электронный ресурс].- URL: http://uran.donmtu.org/~masters/2012/fmf/dmitrichenko/library/article1_4.pdf.

11. Компьютерное моделирование композитных изделий. [Электронный ресурс].- URL: [http:// www.delcam-ural.ru](http://www.delcam-ural.ru).

12. Материалы VI Форума «Композиты без границ». Сколково. 25 октября 2018 г. [Электронный ресурс].- URL: <http://aerocomposit.ru/v-skolkovo-obsudili-perspektivnye-runki-primeneniya-kompozitsionnykh-materialov/>

Сведения об авторах

Пенязь Инна Михайловна, научный сотрудник
ВИНИТИ РАН.

125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20

Тел. (499)155-44-21.

E-mail: tran@viniti.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, подрисуночными 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 всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, 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>