Грузовик

3
2019

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство "Инновационное машиностроение"

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

В.С. Антипенко, д-р техн. наук, проф.
Е.В. Балакина, д-р техн. наук, проф.
Д.Х. Валеев, д-р техн. наук
Ю.Э. Васильев, д-р техн. наук, проф.
В.А. Волчков, "Autotransportnik.ru"
С.М. Гайдар, д-р техн. наук, проф.
Л.В. Грехов, д-р техн. наук, проф.
В.А. Зорин, д-р техн. наук, проф.
М.Ю. Карелина, д-р техн. наук, проф.
Н.Т. Катанаев, д-р техн. наук, проф.
В.Н. Козловский, д-р техн. наук, проф.
В.В. Комаров, канд. техн. наук
А.В. Кочетков, д-р техн. наук, проф.
В.А. Марков, д-р техн. наук, проф.
Л.Б. Миротин, д-р техн. наук, проф.
А.Н. Новиков, д-р техн. наук, проф
А.Н. Ременцов, д-р пед. наук, проф.
О.Н. Румянцева, генеральный директор ООО "Изд-во Инновационное машиностроение"
А.Ф. Синельников, канд. техн. наук, проф.
А.А. Солнцев, д-р техн. наук, проф.
В.С. Устименко, канд. техн. наук
Х.А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф.
Н.Д. Чайнов, д-р техн. наук, проф.

Корпункт:
Я.Е.Карповский (г.Минск)

Адрес редакции:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12
Тел. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2
Тел.(495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:
по объединенному каталогу "Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2019

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

В НОМЕРЕ:

Энергетическое машиностроение

3 *Фасхиев Х. А.* Экономическая эффективность автотранспорта на электрической тяге. Часть 1

Эксплуатация. Ремонт

11 *Мороз С. М.* Технология автоматического индивидуального нормирования расхода топлива для автотранспортных средств

Исследования. Расчет

16 *Пьянов М. А., Козловский В. Н., Клейменов С. И., Шанин С. А.* Экспериментальное исследование возможностей производственного комплекса диагностики работоспособности системы электрооборудования автомобилей

23 *Зорин В. А., Косенко Е. А., Домогаров А. Ю.* Применение инфракрасной термографии при дефектоскопии рукавов высокого давления гидросистем дорожно-строительных машин

Транспортный комплекс

26 *Доленко Д. В., Мороз Д. Г., Атрохов Н. А.* Анализ возможности применения методов сетевого планирования транспортного процесса

Практика

35 *Щеголева Н. В., Кочетков А. В., Задворнов В. В., Шашков И. Г., Кочетков В. А., Чижиков И. А.* Возмещение ущерба, причиненного автомобильным дорогам тяжеловесными транспортными средствами

Безопасность

41 *Курносов Н. Е., Лебединский К. В., Салмин В. В., Морев А. В.* Конструкция устройства для пожаротушения подкапотного пространства автомобиля

44 *Якубович А. Н., Якубович И. А.* Оценка эффективности мероприятий по адаптации дорожной сети криолитозоны России к прогнозируемым климатическим изменениям

Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru.
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ 2017 г. — 0,507. Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2017 г. по тематике "Транспорт" — 27; по тематике "Машиностроение" — 52.

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

3
2019

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering"

Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

Editorial council

V.S. Antipenko, dr. en. s., prof.
E.V. Balakina, dr. en. s., prof.
D.H. Valeev, dr. en. s.
Ju.E. Vasilyev, dr. en. s., prof.
B.A. Volchkov, «Autotransportnik.ru»
S.M. Gaidar, dr. en. s., prof.
L.V. Grekhov, dr. en. s., prof.
V.A. Zorin, dr. en. s., prof.
M.Ju. Karelina, dr. en. s., prof.
N.T. Katanaev, dr. en. s., prof.
V.N. Kozlovsky, dr. en. s., prof.
V.V. Komarov, cand. tehn. s.
A.V. Kochetkov, dr. en. s., prof.
V.A. Markov, dr. en. s., prof.
L.B. Mirotin, dr. en. s., prof.
A.N. Novikov, dr. en. s., prof.
A.N. Rementsov, dr. hab, phd in en. s.
O.N. Rumyantseva, gen. dir. JSC "Publisher "Innovative Engineering"
A.F. Sinelnikov, cand. tehn. s., prof.
A.A. Solntsev, dr. en. s., prof.
V.S. Ustymenko, cand. tehn. s.
J.A. Faskhiyev, dr. en. s., prof.
N.D. Chaynov, dr. en. s., prof.

Correspondent's office:
Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:
107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru
http://www.mashin.ru

Address of publishing house:
107076, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 2
Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor).
Registration number PI number FS77.-63955 on December 9, 2015

Subscription index:
according to the integrated catalog "Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House, "Truck", 2019

The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.

CONTENTS:

Power engineering

3 *Faskhiev Kh. A.* Economic efficiency of motor transport on the electric type. Part 1

Exploitation. Renovation

11 *Moroz S. M.* A method of automatic generation and implementation of individual fuel consumption rates for motor vehicles

Research. Calculation

16 *Pianoff M. A., Kozlovskiy V. N., Kleimenov S. I., Shanin S. A.* Experimental study of the possibilities of the production complex for diagnosing the operability of the electrical equipment system of cars

23 *Zorin V. A., Kosenko E. A., Domogarov A. Yu.* The application of infrared thermography during the inspection of high pressure hoses of hydraulic systems of road construction machines

Transportation complex

26 *Dolenko D. V., Moroz D. G., Atrokhov N. A.* The analysis of possibilities of application of methods of network planning for the planning of the transport process

Practice

35 *Shchegoleva N. V., Kochetkov A. V., Zadvornov V. V., Shashkov I. G., Kochetkov V. A., Chizhikov I. A.* Practice of consideration of cases on compensation for damage caused to roads by vehicles carrying out transportation of heavy goods

Security

41 *Kurnosov N. E., Lebedinskiy K. V., Salmin V. V., Morev A. V.* Design of the device for fire extinguishing the sub-body space of the car

44 *Yakubovich A. N., Yakubovich I. A.* Assessment of the effectiveness of measures to adapt the road network of the Russian cryolithozone to possible climate changes

The journal is included in the list approved by the WAC RF publishers for publications of papers candidates degrees http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
System of Russian Science Citation Index www.elibrary.ru.
The system of the Russian index of scientific quoting www.elibrary.ru.
The two-year impact factor INDEX 2017 — 0.507.Place in the rating of SCIENCE INDEX for 2017 on the subject "Transport" — 27; on the subject "Mechanical Engineering" — 52.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777
Information on the site "Autotransportnik.ru"

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 658.53
Х. А. Фасхиев, д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной гидромеханики ФГБОУ ВО "Уфимский государственный авиационный технический университет", профессор кафедры экономики, менеджмента и маркетинга Уфимского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации
E-mail: faskhiev@ mail.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ. ЧАСТЬ 1

Приведен анализ тенденции и проблем развития подвижного состава на автотранспортном комплексе. Даны статистические показатели перехода автотранспорта на электрическую тягу, государственные меры поддержки покупки экологичных автомобилей. В роли оценочного критерия экономической эффективности автомобилей предложено использовать показатель "совокупная стоимость владения". Проведена сравнительная оценка и анализ экономической эффективности легковых и грузовых электромобилей с автомобилями того же класса, оснащенными двигателями внутреннего сгорания. Установлено, что по экономичности электромобили, в расчете за весь период эксплуатации не уступают автомобилям, работающим на нефтяном топливе. Проведен сравнительный анализ экономической эффективности электрогрузовика Tesla Semi с дизельным автопоездом.

Ключевые слова: *автомобиль, электромобиль, грузовик, автопоезд, перевозка, аккумулятор, эксплуатационные затраты, цена, экономичность.*

The analysis of the tendency and problems of rolling stock development on the motor transport complex is given. Statistical indicators of the transition of vehicles to electric traction, government measures to support the purchase of green cars are given. In the role of the evaluation criterion of the economic efficiency of cars, it is suggested to use the indicator TCO. A comparative evaluation and analysis of the economic efficiency of passenger and cargo electric vehicles with cars of the same class equipped with internal combustion engines was carried out. It has been established that, for economic reasons, electric vehicles, in the calculation for the whole period of operation, are not inferior to cars operating on oil fuel. A comparative analysis of the economic efficiency of the Tesla Semi electric truck with a diesel road train is carried out.

Keywords: *car, electric car, truck, road train, transportation, battery, operating costs, price, economy.*

Проблемы автотранспортного комплекса

Автомобильный транспорт за последние несколько десятилетий совершенствовался эволюционно, не было таких инноваций, которые бы в корне изменили ситуацию в отрасли. Конструкция подвижного состава развивалась в направлении повышения их безопасности, экологичности, комфортабельности, внедрялись электронные системы управления как отдельными агрегатами, так и автомобилем в целом, стали нормой оснащение автомобилей системами навигации GPS/ГЛОНАСС. Широкое распространение получили всевозможные системы управления и контроля как за техническим состоянием, так и за дорожной обстановкой. В цене автомобиля доля электронных устройств достигает 30 %. С усложнением конструкций растет и цена автомобилей, вследствие чего повышается стоимость технического обслуживания и ремонта подвижного состава, увеличиваются амортизационные отчисления, себестоимость перевозок. С повышением удельной мощности транспортных средств, безудержным ростом цен на моторное топливо, растет себестоимость перевозок и доля затрат на топливо.

Автотранспорт, по разным оценкам, потребляет более 60 % добываемой нефти. Увеличение потребления топлива сопровождается усилением негативного воздействия транспорта на окру-

жающую среду. По вредному воздействию на окружающую среду автотранспорт лидирует по всем видам воздействия: загрязнение воздуха — 95 %, шум — 49 %, воздействие на климат — 68 %. На долю автомобилей в выбросе антропогенных парниковых газов приходится 14 %, и это самый высокий показатель среди всех видов транспорта. В мегаполисах более 80 % вредных выбросов приходится на долю автомобильного транспорта.

Автомобиль потребляет в среднем 4 т кислорода в год, выбрасывая при этом с отработавшими газами около 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Автомобильный парк в мире в 2016 г. составил 1,4 млрд ед., а потребление моторного топлива 2,4 млрд т. Автотранспорт только одной России, насчитывающий 49,11 млн ед. техники, сжег 65 млн т топлива. Из этого объема 54 % приходится на долю коммерческого транспорта, хотя его доля в парке всего 14 %.

При сгорании нефтяного топлива в двигателях внутреннего сгорания образуются около 200 различных вредных веществ. В год российский автопарк выбрасывает в атмосферу только канцерогенных веществ: около 27 тыс. т бензола, 17,5 тыс. т формальдегида, 1,5 т бензапирена. В целом, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает 20 млн т и ежегодно увеличивается в среднем на 3 %.

Одним из направлений снижения вредных выбросов в атмосферу, повышения эффективности коммерческого транспорта является использование в роли моторного топлива компримированного или сжатого газа. Газ примерно вдвое дешевле бензина, дизельного топлива и экологичнее. Однако при небольших годовых пробегах автомобиля, затраты на оснащение газовым оборудованием окупаются не ранее 4...5 лет. У газового автомобиля снаряженная масса, а следовательно, и расход топлива больше, а кпд двигателя меньше, чем у бензинового. Кроме того, из-за проблем развития сети заправочных станций автомобили с газовым двигателем не получили широкого распространения — в мировом парке их доля в 2015 г. не превышала 1,5 % (22,5 млн ед.).

Объем вредных выбросов автомобилей в атмосферу сдерживается путем постепенного ужесточения законодательно норм выброса. Так, в ЕС с 2015 г. введены весьма жесткие нормы Евро 6, близкие по своим требованиям к действующему с 2010 г. экологическому стандарту EPA10 в США и японскому Post NLT. В России с 2016 г. действуют нормы Евро 5. Автопроизводители вынуждены соответствовать непрерывно ужесточающимся стандартам по расходу топлива и вредным выбросам, выпуская более экономичные машины. Современные автомобили по сравнению с автомобилями, выпущенными до 1980 г., на один и тот же путь расходуют топливо на 50 % меньше, следовательно, в 2 раза меньше выбрасывают вредных веществ. Однако дальнейшее нормативное ужесточение предельных значений вредных выбросов для производителей становится все обременительнее. Даже незначительное ужесточение норм выбросов приводит к росту цены автомобиля на 15...20 %. Радикальным решением проблемы снижения вредных выбросов является полный отказ от двигателя внутреннего сгорания, замена его электродвигателем. Наиболее сложной задачей здесь остается разработка дешевой аккумуляторной батареи достаточной емкости, обеспечивающей пробег легковых автомобилей до 200...300 км, грузовых — 600...700 км без существенного увеличения их снаряженной массы.

Еще одним негативным аспектом массовой автомобилизации являются дорожно-транспортные происшествия (ДТП). Так, по данным ВОЗ, ежегодно в мире в ДТП погибает 1,25 млн человек. На долю ДТП приходится 30 % смертельных исходов от всех несчастных случаев. По данным Всемирного банка, экономические потери от ДТП превышают 500 млрд долларов в год. Для России проблема ДТП стоит особо остро. Так, в 2016 г. произошло 173,7 тыс. ДТП, в которых погибло 20 308 человек, ранено 221 140 человек. При этом смертность на 100 тыс. населения составила 14 человек, тогда как в странах ЕС эта цифра не превышает 7. Смертность в ДТП на 10 тыс. транспортных средств в России в среднем в 5 раз выше, чем в странах ЕС (рис. 1). Исследования американских экспертов FMCSA показывают, что 80 % всех аварий происходит по вине водителей, а на коммерческом транспорте еще больше — 87 %. На сегодня остро встал вопрос: нельзя ли водителя отстранить от управления автомобилем, передав эту функцию автоматике?

В целях обеспечения безопасности дорожного движения в мире приняты жесткие нормативы, регламентирующие режим работы и отдыха водителей транспортных средств. Так, "Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки", принятое в 1970 г. в Женеве, ограничивает время управления автомобилем 9 ч в сутки при одном, и 18 ч — при двух

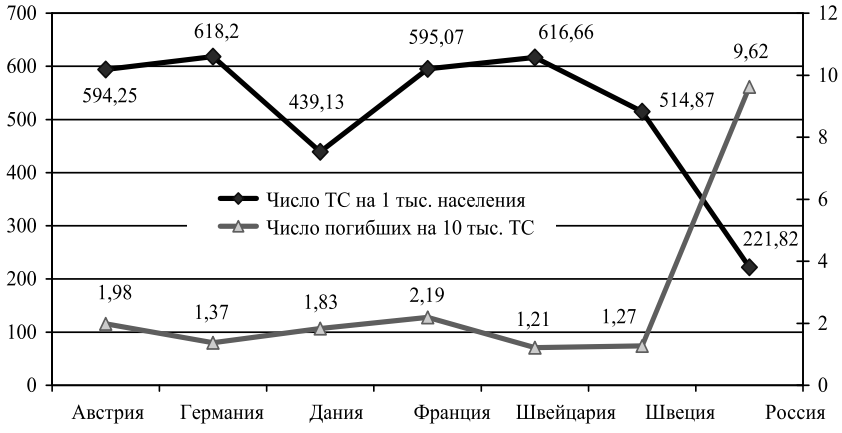

Рис. 1. Удельные показатели смертности в ДТП в некоторых странах в 2015 г.

водителях [1]. Еженедельная продолжительность управления автомобилем не должна превышать 56 ч, при недельном фонде времени 168 ч. В течение двух последующих недель время управления автомобилем не должно превышать 90 ч, т. е. при двухнедельном исчислении лишь в течение 27 % фонда времени подвижной состав может использоваться непосредственно для транспортного процесса. Жесткие ограничения времени использования подвижного состава приводят к увеличению их количества на дорогах со всеми вытекающими отсюда последствиями. Мировой автопарк коммерческого транспорта растет с темпами 2 % в год. Так, в 2016 г. мировой парк автомобилей превысил 1,4 млрд шт., из которых около 15 % приходится на долю коммерческого транспорта. К 2035 г. ожидается удвоение мирового парка как легковых, так и коммерческих автомобилей.

Будущее за электромобилями

Кардинальное решение обозначенных выше проблем автотранспорта может быть достигнуто путем массового перевода подвижного состава на электрическую тягу и внедрение системы беспилотного управления ими. Причем максимальный эффект будет достигнут при реализации обоих решений одновременно. Беспилотные автомобили способствуют решению, прежде всего, проблем безопасности транспорта. Кроме того, беспилотные коммерческие автомобили смогут работать 24 часа в сутки, 7 дней в неделю с небольшими перерывами на заправку и обслуживание. Это обстоятельство приведет к сокращению их необходимого количества и затрат на перевозку. Возможность управления без участия человека (автоматической корректировки и поддержания скоростного режима) по экспертным оценкам гарантирует экономию топлива на уровне 5...7 %.

Перевод автомобилей на электрическую тягу направлено на решение экологических проблем, особенно в условиях города. Известны и другие варианты повышения экологичности автомобилей: применение гибридных автомобилей, использование в роли моторного топлива газа или водорода. На данном этапе развития технологий эти решения вполне применимы, но они требуют создания дорогостоящей инфраструктуры. Эти технологии являются лишь промежуточным этапом в развитии транспорта с нулевыми выбросами. Будущее однозначно за "чистыми" электромобилями, преимущества которых вполне очевидны.

Первое и наиболее важное из их числа — это, конечно же, экологичность. Электромобили являются также практически бесшумными и гораздо более дешевыми в обслуживании и эксплуатации. Кроме того, электродвигатели по своим скоростно-силовым характеристикам идеально подходят в роли тягового органа транспортных средств, не требуют громоздких трансмиссий, легко управляются.

Стратегическое направление решения экологических проблем на транспорте было обозначено на всемирной конференции по климату в Париже COP21, где было сделано заявление, что Великобритания, Германия, Нидерланды и Норвегия, а также несколько американских штатов после 2050 г. намерены "запретить продажи и использование автомобилей на горючем топливе. Volvo Cars объявила, что с 2019 г. все новые легковые автомобили компании будут оснащаться только электрическим двигателем. Такие заявления были сделаны и другими автопроизводителями. В Германии принята резолюция о запрете производства автомобилей с двигателями внутреннего сгорания с 2030 г., и предполагается к 2050 г. полностью избавиться от автомобильных выхлопов. Германия призывает присоединиться к этой инициативе и другие страны ЕС. Если она будет принята, автомобильные компании получат новый стимул вкладываться в производство электрокаров. Владельцам топливозаправочных комплексов придется переформатировать модель своего бизнеса. Правительство Великобритании пошло еще дальше, объявив, что к 2040 г. в стране будут запрещены к продаже не только автомобили с ДВС, но

и машины с гибридными двигателями. Купить можно будет только электрокары.

Сегодня переориентация на электрическую тягу стала одним из магистральных направлений развития мирового автопрома. Автостроение предлагает различные варианты электромобилей: гибридные, заряжаемые двигателем внутреннего сгорания (HEV), гибридные с возможностью зарядки от сети (PHEV), чисто электрические (EV) и автомобили на топливных ячейках (FCV). Лавинообразно растет их производство и продажа (рис. 2, табл. 1). В 2016 г. в мире было продано 753 тыс. электромобилей, что на 37,6 % больше, чем годом ранее. Причем 62,3 % из них пришлось на долю чисто электрических автомобилей.

Эта тенденция продолжится и в будущем, так как мировой автопром из года в год увеличивает инвестиции на "зеленый" транспорт. В 2016 г. инвестиции в этот сегмент во всем мире составили $ 2 млрд, что в два раза больше, чем в 2015 г., и на $ 650 млн больше, чем за три предыдущих года вместе взятых. Это только те инвестиции, которые связаны непосредственно с электромобилями (выпуск электромобилей, производство зарядных станций), не говоря уже о вложениях со стороны автопроизводителей и программах господдержки разных стран. Только один концерн Daimler планирует потратить € 10 млрд на создание 10 моделей электромобилей к 2025 г. Другой немецкий бренд,

Рис. 2. Динамика продаж электромобилей и гибридов в мире [2]

Таблица 1

Объем продаж электромобилей в разные годы по странам, тыс. шт.*

Страна	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Канада	—	—	0,52	2,02	3,12	5,07	6,96	11,58
Китай	—	1,43	5,07	9,90	15,34	73,17	207,38	336
Франция	0,01	0,19	2,73	6,26	9,62	12,64	22,95	29,51
Германия	0,02	0,14	1,65	3,37	6,93	12,74	23,19	24,61
Индия	—	0,35	0,45	1,43	0,19	0,41	1,00	0,45
Япония	—	2,44	12,62	24,44	28,88	32,29	24,65	24,85
Ю. Корея	—	0,06	0,27	0,51	0,60	1,31	3,19	5,26
Нидерланды	—	0,12	0,88	5,12	22,42	15,09	43,77	24,48
Норвегия	—	0,39	1,84	4,51	8,52	19,76	35,61	50,18
Швеция	—	—	0,18	0,93	1,55	4,67	8,59	13,42
Великобритания	0,22	0,28	1,22	2,69	3,75	14,74	29,34	37,91
США	1,12	1,19	17,73	53,24	96,70	118,78	113,87	159,62
Россия	—	н. д.	н. д.	н. д.	0,096	0,082	0,116	0,083
Другие	0,53	0,18	2,43	3,64	6,05	12,77	26,62	35,31
Итого	1,89	6,78	47,58	118,06	203,66	323,42	547,12	753,17

* По данным Международного энергетического агентства [https://itc.ua/blogs/obshhee-kolichestvo].

Volkswagen ставит перед собой более амбициозную задачу — создать к этому же сроку 30 новых электромобилей и довести уровень их продаж до 1 млн в год.

Парк электромобилей к 2016 г. достиг 2 млн шт. (0,14 % парка), из которых 1,2 млн "чистых" электромобилей и 0,8 млн подключаемых гибридов [2]. В настоящее время в мире выпускаются более 130 моделей легковых электромобилей, действует более 10 тыс. "быстрых" зарядных станций. Практически все автомобильные заводы в своей производственной программе имеют электромобили, причем из года в год очень интенсивно наращивают их объемы выпуска (табл. 2). По прогнозам Международного энергетического агентства в 2020 г. мировой парк электромобилей составит 20 млн ед., а в 2040 г. увеличится до 226 млн (рис. 3). Согласно докладу Morgan Stanley к 2040 г. продажи электромобилей превысят продажи автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и составят примерно 51 % всех продаж, что приведет к радикальным изменениям на нефтяных рынках.

Массовому распространению электрокаров пока препятствуют их высокая стоимость в сочетании с небольшой дальностью хода и малой

Таблица 2

20 самых продаваемых моделей электромобилей и гибридов*

Место	Модель	2015 г.	2016 г.	в % к 2015 г.
1	Tesla Model S	50 366	50 935	+2
2	Nissan Leaf	43 870	49 818	+7
3	BYD Tang	18 375	31 405	+71
4	Chevrolet Volt	17 508	28 295	+67
5	Mitsubishi Outlander PHEV	43 259	27 850	−36
6	BMW i3	24 083	25 576	+6
7	Tesla Model S	214	25 372	+11756
8	BYD Qin	31 898	21 868	−31
9	Renault Zoe	18 846	21 626	+16
10	BYD e6 EV	7034	20 609	+193
11	Zhidou	6161	20 392	+231
12	BAIC E-Series EV	16 488	18 814	+14
13	BAIC EU EV	329	18 805	+5616
14	Geely Emgrand EV	0	17 181	—
15	Zotye Z100 / Cloud EV	15 467	16 417	+6
16	Chery eQ EV	7248	16 017	+121
17	Ford Fusion Energi	9894	16 009	+62
18	BYD e5 EV	1426	15 639	+997
19	JFC j3 iEV	10 411	15 409	+48
20	VW Passat GH PHEV	4682	13 251	+183
Другие		220 651	302 275	+37
Итого		548 210	773 563	+42

* Составлено на основе данных [7].

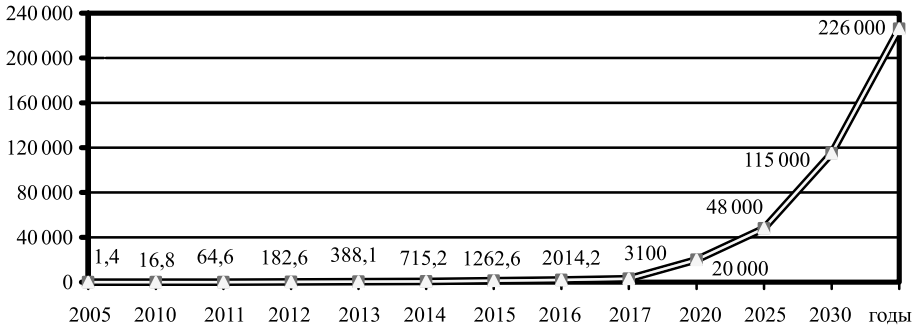

Рис. 3. Динамика мирового парка электромобилей, тыс. шт. [2]

емкостью батарей. Цена основного и самого дорогостоящего компонента электромобиля — аккумуляторов — остается пока на достаточно высоком уровне, которая, прежде всего, определяется его емкостью. Возможность создания электромобилей, пригодных для реальной эксплуатации, появилась после применения в 1991 г. фирмой Сони в своих гаджетах литий-йонных аккумуляторов. Они отличаются высокой удельной энергоемкостью (до 300 Вт·ч/кг), возможностью быстрой зарядки (от 30 мин до 1 ч), большим числом циклов зарядки/разрядки (до 2000), широким диапазоном рабочих температур, не требуют обслуживания. Правда, у них есть и недостатки: по мере эксплуатации снижается номинальная энергоемкость, при зарядке их нельзя перегревать, а при отрицательных температурах окружающей среды емкость снижается на 30—40 %, поэтому требуют оснащения системой подогрева/охлаждения.

Исследователи по всему миру ведут интенсивные поиски по усовершенствованию аккумуляторных батарей. Есть и существенные результаты. Так, аккумуляторы емкостью 250 кВт·ч полноприводного спорткара Tesla Roadster обеспечивают ему пробег до 1000 км. Этот аккумулятор собран в модули из элементов типа 2170 (диаметр 21 мм, длина 70 мм), между рядами которых проложены полые пластины системы охлаждения. Tesla, объединив 16 модулей в корпус, формирует блоки из 7000 элементов с напряжением 400 В.

В автомобиле может быть несколько блоков, которые можно зарядить параллельно независимо друг от друга. Большое количество элементов обеспечивает высокую надежность аккумулятору, так как выход из строя отдельных элементов практически не сказывается в его характеристиках. Сборка элементов в модуль — процесс трудоемкий, выполняется вручную, поэтому объемы выпуска сверхмощных аккумуляторов весьма ограничены, они очень дорогие. Так, аккумулятор 36-тонного автопоезда Tesla, имеющий емкость 1000 кВт·ч, весит около 3,5 т и оценивается в 125 тыс. долларов. С развитием конструкций, технологий сборки их цена снижается. Совсем недавно — в 2010 г. удельная стоимость батарей составляла в среднем 750 $/кВт·ч, а в 2017 г. она снизилась уже до 190 $/кВт·ч, т. е. в 4 раза. Мировой лидер в этой сфере — Tesla намерена к 2018 г. снизить ее до 125 $/кВт·ч. По прогнозам экспертов бизнес-школы "Сколково" рынок литий-ионных батарей к 2020 г. вырастет до $ 22 млрд, что в 14 раз больше, чем в 2012 г. Там где растут объемы производства, неизбежно падает себестоимость. Если аккумуляторы будут прогрессировать такими темпами, реализация обозначенных выше амбициозных прогнозов продажи электромобилей не за горами.

В развитии транспорта на электротяге есть и проблемы. Пока не решены вопросы безопасного производства компонентов электродвигателей, качества, долговечности, емкости и надежности работы аккумуляторов и их утилизации. Ряд специалистов поднимают вопрос об истинной экологичности электрокаров. Некоторые считают, что электромобили загрязняют экологию сильнее, чем автомобили с двигателем внутреннего сгорания. Так, эксперты Фрейбургского экологического института в своих исследованиях по заказу Министерства окружающей среды Германии убедились: бензиновые агрегаты высоких экостандартов позволяют сократить выбросы парниковых газов на 25 %, в то время как электрические двигатели сокращают их лишь на 6 %! По их мнению, на питание электромобилей идет энергия, 60 % которой сейчас вырабатывается путем сжигания угля и мазута. Чтобы получить "чистое" электричество, нужно сжигать "грязные" уголь, нефть или газ. Однако при переводе автомобилей на электрический привод вредные выбросы на природу будут локализованы на территориях вокруг теплоэлектростанций — города смогут дышать чистым воздухом. Кроме того, даже самые устаревшие теплоэлектростанции в пересчете на километр пробега электромобиля выделяют гораздо меньше углекислого газа, чем двигатели внутреннего сгорания.

Нефтедобывающие страны серьезно озабочены возможным падением спроса на нефтепродукты, следовательно, цен на нефть вследствие вытесне-

ния электромобилями автомобилей с бензиновым двигателем. Сколько именно нефти вытеснит с рынка экологичный транспорт? Bloomberg New Energy Finance оценивает этот показатель в 8,5...10 млн баррелей в сутки. В 2016 г., по данным ОПЕК, объем потребления нефти в мире составил 95,4 млн баррелей в сутки.

По прогнозам энергетического центра бизнес-школы "Сколково" при нынешних темпах роста продаж электрокар спрос на нефть к 2035 г. упадет до 74,5 млн баррелей в сутки, что на 27,7 млн баррелей меньше прогноза Международного энергетического агентства (101,4 млн баррелей). По сути, мировое потребление нефти снизится на 1,35 млрд т в год. При этом потребление газа будет расти на 0,8...1,12 трлн куб. м, который понадобится как для выработки новых электромощностей, так и как альтернативное газомоторное топливо.

Двигатель прогресса — льготы и субсидии

В развитии электротранспорта уровень государственной поддержки играет главную роль и напрямую влияет на политику автопроизводителей, так как цены на электрокары сильно зависят от субсидий. Во многих странах для стимулирования покупки электромобилей введены разнообразные льготы (табл. 3). Практику налоговой стимуляции покупки электрокар применяют в 15 из 27 государств — членов ЕС. В некоторых странах разработаны весьма амбициозные планы. В Норвегии обсуждается предложение Национального транспортного плана, по которому все новые автомобили к 2025 г. должны иметь нулевой уровень выбросов, а в голландском парламенте поддержали предложение, начиная с 2025 г. разрешать продажу только автомобилей с нулевым уровнем вредных выбросов. В 2016 г. в Норвегии было 100 тыс. электромобилей (4,5 % парка), цель к 2020 г. довести их число до 400 тыс. В 2016 г. доля электромобилей в объеме продаж легковых машин достигла в этой нефтедобывающей стране рекордные во всем мире 29 %. В 2015 г. доля электромобилей в продажах составляла 17 %, а в 2014 г. — всего 12,5 %. Пример Норвегии показывает, что при активном государственном стимулировании спрос на автомобили с электродвигателями может развиваться очень быстро.

Таблица 3

Льготы и дотации покупателям электромобилей

Страна	Описание льгот и субсидий
Великобритания	Годовые налоги уменьшают на сумму, составляющую до 1/4 стоимости машины (но не более $7800), при покупке коммерческого электромобиля налоговая льгота до 20 % (не более $12 500). В Лондоне бесплатная парковка в определенных местах, а также бесплатная 4-часовая зарядка автомобиля
Португалия	Субсидию в размере 5000 евро, освобождение от регистрационного сбора
Дания	Льготы по налогу на доходы, не платят сбор при регистрации, бесплатная парковка в Копенгагене
США	Дотация в размере 25 % стоимости машины (не более $7500), налоговые льготы на сумму в размере 50 % стоимости "зарядки" (до $2 тыс.)
Япония	Отменен единовременный налог на покупку и ежегодный транспортный сбор. В результате стоимость автомобиля снижается в среднем на 45 %
Норвегия	Для электрокаров отменен импортный и ежегодный регистрационный сбор, налог для корпоративных авто, плата за дорогу, ставка НДС равна нулю. Предоставлено право пользоваться полосами для городского транспорта, бесплатная парковка
Нидерланды	Освобождены от уплаты налога при регистрации и сбора за пользование дорогами. Отдельные места в паркингах с зарядкой
Германия	Субсидии в 4000 евро при покупке электромобиля и 3000 при покупке гибрида
Франция	"Эко-бонусы" покупателям транспорта с низкими выбросами — до 6300 евро
Украина	Налоговая скидка в размере стоимости электромобиля, отменен НДС и акциз в размере 109 евро на импорт электрокара до 1 января 2020 г.
Эстония	Дотация в размере 50 % стоимости автомобиля (не более 18 тыс. евро), 1 тыс. евро для приобретения и монтажа зарядного устройства

В развитие экологичного транспорта активно инвестирует Германия. Весной 2016 г. правительство утвердило план и бюджет программы развития электротранспорта, которая обойдется стране в €900 млн. Программа включает субсидии гражданам в размере €4000 при покупке электромобиля. Германия предложила Евросоюзу с 2030 г. ввести запрет на продажу новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

Благодаря государственным субсидиям Китай по объему продаж электромобилей в 2015 г. вышел в лидеры, обойдя США. В 2016 г. 43,8 % общемировых продаж электромобилей пришелся на долю Китая, где сейчас сосредоточен 1/3 мирового парка транспорта на электрической тяге. Более 40 % выпускаемых в мире электромобилей производится в Китае, причем из топ-30 моделей китайские бренды занимают 45 % объема выпуска. В 2016 г. в Китае было продано более 336 тыс. "новых экологических автомобилей", в том числе электрокаров и гибридных авто, что на 62 % больше, чем в 2015 г. По итогам сентября 2017 г. темпы роста продаж достигли уже 90 %. В Поднебесной к 2020 г. намерены довести объемы продаж электромобилей до 3 млн ед., что в 9 раз больше, чем в 2016 г. Парк электромобилей при этом увеличится до 5 млн ед.

В крупных китайских городах вследствие крайне загрязненного воздуха ограничена регистрация автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Поэтому для многих покупателей электромобили становятся альтернативой, тем более что государство предоставляет еще и финансовые льготы. В Китае введена система государственных и провинциальных субсидий покупателям "зеленых" автомобилей, размер которых достигает до 50 тыс. юаней ($7700). Покупатель электромобиля получает компенсацию в размере около 35 % его розничной стоимости. Так, к концу 2015 г. объем компенсаций достиг 800 млн долларов. Благодаря этому за 2016 г. число электромобилей в Китае удвоилось, достигнув 650 тыс. ед. Кроме того, в Пекине все новые такси должны быть электрическими. В городе установлены 100 тыс. пунктов зарядки аккумуляторов.

Китай рассматривает вопрос об определении сроков запрета производства и продажи автомобилей с использованием традиционных видов топлива. Правда, в 2017 г. Пекин на 20 % сократил национальные субсидии и ограничил провинциальные субсидии на уровне 50 % от размера сумм поощрения федерального правительства. Причиной стало мошенничество с субсидиями отдельных производителей, которые для получения повышенных субсидий в отчетах завышали число производимых электромобилей. Рынок мгновенно среагировал на этот негатив — за первый квартал 2017 г. поставки электромобилей сократились на 4,4 % (до 56 тыс. ед.) [3]. Однако результаты за январь — май все же оказались положительными — поставки электромобилей увеличились на 21 % (до 111 тыс. единиц).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Европейское соглашение,** касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР) (Женева, 1 июля 1970 г.). — http://base.garant.ru/2560634/#block_6#ixzz4zLJykWeI (дата обращения 25.11.17).
2. **Общее количество** электромобилей в мире превысило отметку 2 млн экземпляров. — https://itc.ua/blogs/obshhee-kolichestvo-elektromobiley-v-mire-prevyisilo-otmetku-2-mln-ekzemplyarov-iz-kotoryih-1-2-mln-chistyih-elektromobiley-i-0-8-mln-podklyuchaemyih-gibridov (дата обращения 25.11.17).
3. **Ян Цзянь.** Должен ли будет Пекин доплачивать упрямым потребителям, чтобы они покупали электромобили? // Automotive News, 12.05.2017 (дата обращения 02.12.17).
4. **В Европе** запретят двигатели внутреннего сгорания: все подробности. http://o-doroge.com/news/4207-v-evrope-zapretyat-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya-vse-podrobnosti.html (дата обращения 01.12.17).
5. **Как настоящий.** Может ли грузовик Tesla Semi соревноваться с дизельными конкурентами. — http://www.forbes.ru/tehnologii/352909-kak-nastoyashchiy-mozhet-li-gruzovik-tesla-semi-sorevnovatsya-s-dizelnymi (дата обращения 30.11.17).
6. **Четыре мифа** об электромобилях и веке бензина. — https://republic.ru/biz/1106503/ (дата обращения 28.11.17).
7. **Tesla Model S** & Nissan LEAF Clocked As World's Best-Selling Electric Cars In 2016. — https://cleantechnica.com/2017/02/04/tesla-model-s-clocked-as-worlds-best-selling-electric-car-in-2016/ (дата обращения 3.12.17).
8. **Фасхиев Х. А.** Конкурентный потенциал предприятия: оценка и управление // Экономическое возрождение России. — 2008. — № 3. — С. 56—62.
9. **Фасхиев Х. А., Крахмалева А. В.** Оценка экономической эффективности производства и эксплуатации грузовых АТС // Автомобильная промышленность. — 2004. — № 12; 2005. — № 1. — С. 2—9.
10. **Костин И. М., Фасхиев Х. А.** Технико-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке. — Набережные Челны: Изд-во Камского политехнического института, 2002. — 479 с.
11. **Nikola One:** первый в мире водородный грузовик из США. — https://geektimes.ru/post/283306 (дата обращения 5.12.17).
12. **Объявлены цены на электрический грузовик** Tesla Semi. — http://www.avtovzglyad.ru/avto/avtoprom/2017-11-23-objavleny-tseny-na-elektricheskij-gruzovik-tesla-semi/ (дата обращения 09.12.17).

УДК 629.331
С. М. Мороз, д-р техн. наук, профессор, МАДИ
E-mail: sm-moroz@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Предлагается новая технология индивидуального автоматического нормирования расхода топлива для автотранспортных средств, эксплуатируемых на коммерческих перевозках. Она предусматривает накопление в автоматическом режиме данных по условиям работы, наработке АТС и расходу топлива, расчет интервальных норм для каждого сочетания режимов и условий работы АТС. Применение технологии включает автоматические расчеты нормы, фактического расхода, их сравнение и определение причин перерасхода.

Ключевые слова: *автотранспортное средство (АТС), нормы, расход топлива, контроль, техническое состояние, параметры, водитель.*

The article proposes the new method of automatic generation of individual fuel consumption rates for motor vehicles, working in commercial transport. It allows accumulation of data pertaining to operating conditions, travelled distance and fuel consumption, a calculation of interval rates for combinations of working modes and operating conditions of the vehicle. The implementation comprises of automatic fuel consumption rate calculation, actual fuel consumption data and a comparison between them with further investigation on causes of excessive fuel consumption.

Keywords: *motor vehicle, rates, fuel consumption, monitoring, characteristics, car driver.*

Технология маршрутного нормирования расхода топлива чрезмерно трудоемка и не поддается автоматизации. За пределами регулярных перевозок по фиксированным маршрутам приходится применять еще менее эффективные транспортные нормы. Целей нормирования расхода топлива две [1]:

— принуждение водителя к минимизации расходования топлива;

— минимизация расходования за счет своевременности выполнения ремонта АТС.

На российском автомобильном транспорте применяются 3 вида норм: базовые; транспортные и маршрутные [2]. Все они базируются на осреднении влияния воздействующих факторов на расход топлива за продолжительную наработку АТС. Из них наиболее приближены к условиям работы АТС маршрутные нормы. Технология маршрутного нормирования включает повторение циклов моделирования расхода регрессионными зависимостями от 5...7 факторов маршрута и условий эксплуатации и расчета по этим зависимостям пакета норм, отличающихся для каждого маршрута, каждой смены, каждой модификации АТС и каждой внешней температуры [3, 4].

Каждая маршрутная норма применима лишь к АТС одной модификации и одной степени износа и АТС и двигателя, эксплуатируемым на одном маршруте при схожей загрузке, интенсивности дорожного движения и погодно-климатических условиях [5, 6]. Их приходится обновлять по мере выработки ресурса АТС, с появлением новых модификаций АТС и маршрутов, переброской АТС из одной смены в другую, с сезонными и погодными изменениями условий работы АТС, загрузки дорожной сети.

Технология маршрутного нормирования не поддается автоматизации, требует практически безостановочного пересмотра норм на каждом АТП и значительных затрат трудоемкости с привлечением квалифицированных специалистов с новыми компетенциями. Маршрутные нормы эффективны только на регулярных перевозках по фиксированным маршрутам с жесткой привязкой АТС к маршруту, на которых занята небольшая часть автомобильного парка. На прочих перевозках приходится назначать транспортные нормы, "привязанные" к специфике перевозок. Оперативность устранения перерасхода затрудняет большая

продолжительность цикла контроля по маршрутным нормам (не менее смены или суток).

Маршрутное нормирование дает лишь грубое приближение к оптимальным нормам. Оптимальной для коммерческих перевозок будет норма, индивидуальная для конкретного сочетания условий эксплуатации, комплектации и степени износа каждого работоспособного АТС, управляемого образцовым водителем. Особую актуальность представляет автоматизация формирования и применения норм, адекватных изменяющимся условиям эксплуатации и режимам работы, наружной температуре, скорости и интенсивности движения, состоянию дорожного покрытия и загрузке АТС.

Принципами нормирования расхода топлива до настоящего времени служило осреднение расхода за продолжительную наработку (смену, сутки, рейс) для всего многообразия режимов функционирования и загрузки АТС и разделение норм по условиям эксплуатации [3]. Для разных условий эксплуатации разрабатываются пакеты норм. Отсюда погрешности маршрутных норм и их безостановочное обновление и корректирование.

Предлагается новая технология автоматического формирования и применения норм, индивидуальных для каждого экземпляра АТС. Для нормирования исходные данные по наработке, расходу топлива и параметрам условий эксплуатации, в которых зафиксирован этот расход, предлагается накапливать за сравнительно небольшую наработку, когда наружная температура и состояние дорожного покрытия не претерпели заметных изменений.

Индивидуальное нормирование включает в себя четыре этапа (рис. 1).

Технология подготовки индивидуальных норм заключается в автоматической идентификации текущего сочетания условий работы АТС, совместном отсчете наработки АТС в текущем сочетании условий его работы и расхода топлива в пределах этой наработки нарастающим итогом, повторении указанных идентификации, отсчета и измерения в прочих сочетаниях условий работы; расчете расхода топлива в каждом из сочетаний условий работы и регистрации рассчитанных значений расхода в качестве норм для каждого сочетания условий работы АТС.

Нормы предлагается устанавливать для последовательностей коротких периодов сохраняющихся сочетаний параметров условий и режимов:

— средней за период T_b накопления данных скорости движения (показатель загруженности дорожной сети на маршруте);

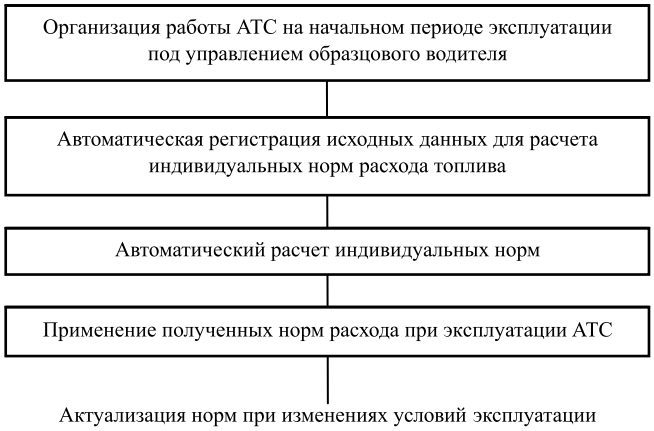

Рис. 1. Последовательность подготовки и применения индивидуальных норм расхода топлива

— наружной температуры;

— загрузки АТС;

— состояний дорожного покрытия.

Для целей нормирования расхода целесообразно диапазоны возможного изменения параметров условий работы и интенсивности эксплуатации разделить на узкие интервалы (рис. 2). Количество интервалов для каждого параметра зависит от его изменчивости и влияния на расход топлива. Так, для средней скорости движения потребуется в зависимости от назначения АТС предусмотреть от 20 до 25 уровней, для наружной температуры — 15 уровней и не менее 5 уровней для состояния дорожного покрытия.

Для каждого сочетания полученных интервалов раздельно будет регистрироваться наработка АТС и соответствующий ей расход топлива.

Для каждого i-го сочетания введенных интервалов изменения условий работы (средней скорости движения, загрузки, наружной температуры, состояния дорожного покрытия) и интенсивности эксплуатации (аргументы скорости движения, оборотов двигателя) автоматически рассчитывается i-й интервальный норматив q_i водительского расхода топлива:

$$q_i = \frac{\sum_{S=1}^{M} h_{is};\ Z = \sum_{S=1}^{M} t_s}{\sum_{S=1}^{M} l_{is}};\ S = 1,\ 2,\ \ldots,\ M, \qquad (1)$$

где h_{is} — расход топлива за s-й период наработки t_s при i-ом сочетании показателей режима работы и условий эксплуатации АТС; t_s — продолжительность s-го периода контроля пробега l_{is} и расхода h_{is} при i-ом сочетании показателей режима работы

и условий эксплуатации; l_{is} — пробег АТС за s-й период контроля при i-ом сочетании показателей режима работы и условий эксплуатации; Z — заданная продолжительность цикла контроля расхода топлива; M — количество периодов контроля, требуемых для накопления данных по пробегу l_{is} и расходу h_{is} для расчета i-го интервального норматива q_i.

Каждый интервальный норматив q_i применим только для одного сочетания показателей условий и режимов работы.

Пакет $\{q_i\}$ интервальных нормативов q_i (где $i = 1, 2, ..., N$) расхода, общая численность которых N соответствует суммарному количеству сочетаний показателей условий и режимов работы АТС, регистрируется взамен единственного норматива.

Норматив расхода топлива Q_B для каждого цикла контроля расхода продолжительностью Z вычисляется автоматически уже в процессе применения пакета индивидуальных интервальных нормативов $\{q_i\}$ как отношение суммы произведений интервального расхода q_i на величину пробега в каждом i-ом сочетании показателей условий и режимов работы АТС, существовавшем в течение R периодов разной продолжительности t_i, к общему пробегу за цикл продолжительностью Z:

$$Q_B = \frac{\sum_{i=1}^{N} q_i t_i}{\sum_{i=1}^{N} l_i}; \quad l_i = \sum_{S=1}^{R} l_{is}; \quad t_i = \sum_{S=1}^{R} t_s; \quad R \leqslant M, \tag{2}$$

где q_i — интервальный норматив расхода в i-ом сочетании показателей условий и режимов работы при управлении АТС образцовым водителем; N — количество сочетаний интервалов показателей условий и режимов работы АТС; t_i — зарегистрированная общая за цикл контроля продолжительность регистрации при i-ом сочетании показателей условий и режимов работы АТС; l_i — пробег АТС при i-ом сочетании показателей режима работы и условий эксплуатации в пределах цикла контроля продолжительностью Z; l_{is} — пробег АТС за s-й период контроля продолжительностью t при i-ом сочетании показателей режима работы и условий эксплуатации; R — количество периодов контроля в пределах цикла контроля продолжительностью Z, в которых зафиксировано i-ое сочетание показателей режима работы и условий эксплуатации.

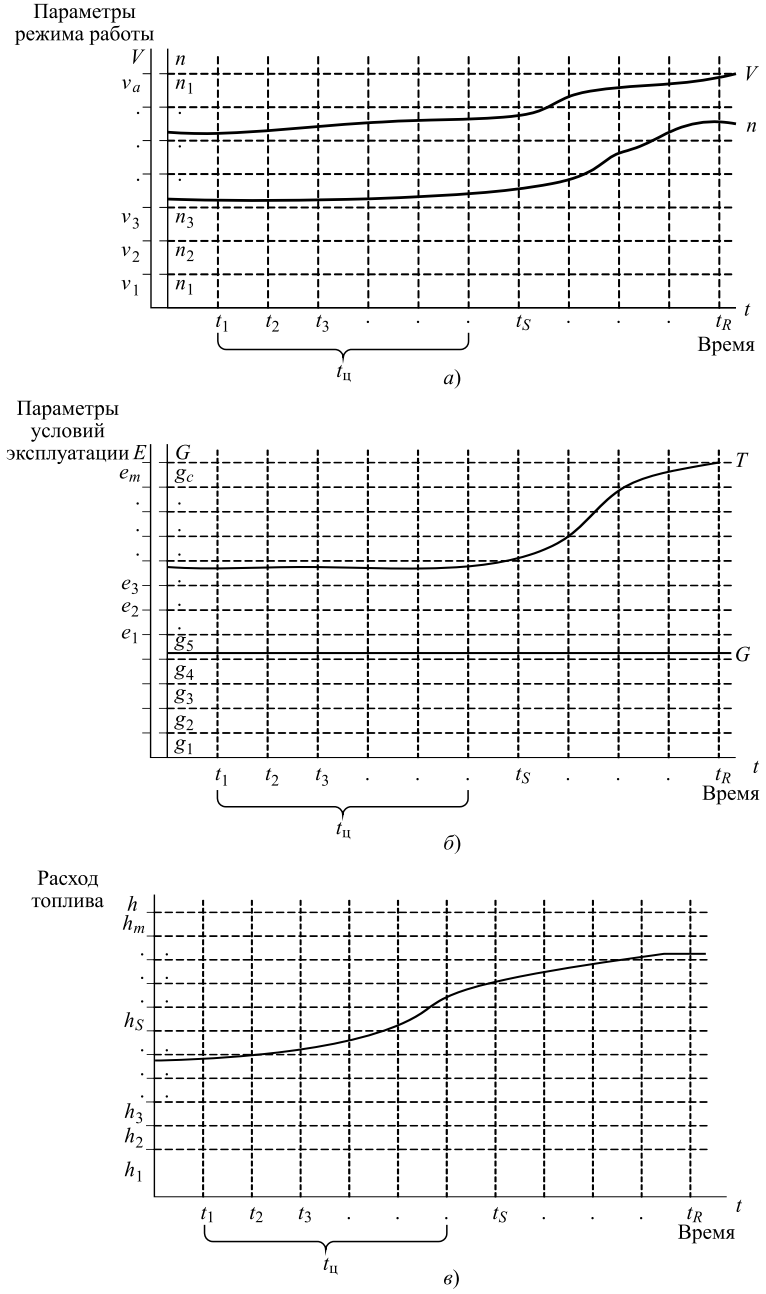

Рис. 2. Иллюстрация деления продолжительности и диапазонов изменения параметров режима работы (*а*), условий эксплуатации (*б*) и расхода топлива (*в*) транспортного средства на интервалы:

V — скорость движения; n — обороты двигателя; E — наружная температура; G — загрузка транспортного средства; h — расход топлива; $t_ц$ и t_s — продолжительность циклов и периодов контроля соответственно

Расчет норматива Q_B расхода топлива в цикле контроля продолжительностью Z производится на основе результатов регистрации фактического пробега l_i и вычисленных на предварительном этапе пакета интервальных нормативов q_i по всем зарегистрированным в этом цикле сочетаниям показателей условий и режимов работы.

С рассчитанным по завершении каждого цикла контроля нормативом Q_B расхода сравнивается величина фактического удельного расхода H_B топлива (в единицах л/100 км пробега):

$$H_B = \frac{\sum_{i=1}^{N} f_i}{\sum_{i=1}^{N} l_i}; \quad f_i = \sum_{S=1}^{U} f_{is}; \quad U \leqslant M, \qquad (3)$$

где f_i — фактический расход топлива в i-ом сочетании показателей условий и режимов работы; f_{is} — фактический расход топлива за s-й период контроля продолжительностью t при i-ом сочетании показателей условий и режимов работы; U — количество периодов контроля в пределах цикла продолжительностью Z, в которых зафиксировано i-ое сочетание показателей режима работы и условий эксплуатации.

Наработка t_i при одном и том же i-ом сочетании показателей условий и режимов работы может складываться из более чем одного интервала t_{is} непрерывной работы АТС:

$$t_i = \sum_{s=1}^{M} t_{is}, \qquad (4)$$

где t_{is} — период непрерывной работы АТС при i-ом сочетании показателей условий и режимов функционированиия; s — номер периода непрерывной работы АТС при одном и том же i-ом сочетании показателей условий и режимов функционирования (s = 1, 2, ..., M).

Наработка АТС, определяющая продолжительность Z цикла регистрации исходных данных для формирования пакета индивидуальных норм, задается меньшей продолжительности смены работы водителя.

Нормы формируются в начале эксплуатации АТС при условии управления АТС образцовым водителем, а затем через каждые 100...200 тыс. км пробега и после каждой замены двигателя. По команде водителя или диспетчера регистрируются параметры условий работы (загрузка, состояние дорожного покрытия, наружная температура, температура охлаждающей жидкости), интенсивности эксплуатации (скорости АТС, частоты вращения коленчатого вала) и расхода топлива. Автоматически идентифицируются интервалы, в которых находится каждый из этих параметров, рассчитывается наработка и расход топлива за период контроля. Затем суммируются данные по наработке и расходу, зарегистрированные в нескольких периодах при одном и том же сочетании параметров условий и интенсивности эксплуатации. По данным о суммарных наработке и расходу во всех сочетаниях параметров условий и интенсивности эксплуатации рассчитывается пакет норм расхода.

Технология применения индивидуальных норм включает периодическую автоматическую регистрацию данных по расходу топлива, наработке и сопутствующим параметрам; передачу этих данных в информационную систему предприятия; циклическое формирование программными средствами норм расхода до 10 раз за срок службы АТС; выявление перерасхода в отдельных циклах контроля и анализ его корреляции с режимами работы и условиями эксплуатации для определения причин перерасхода.

Технология применения индивидуальных норм включает четыре этапа (рис. 3).

Регистрируются данные по режиму работы и условиям эксплуатации, наработке АТС, расходу топлива за эту наработку в каждом периоде контроля. Эти данные передаются на сервер АТП посредством мобильной связи. Выявление перерасхода по отношению к нормам и вычисление его размеров производится по всем циклам контроля.

Для выявления причин перерасхода анализируются данные о частоте, повторяемости и величинам превышений фактического расхода над расчетными нормами и рассчитываются оценки корреляции превышений с параметрами условий и режимов работы АТС в автоматическом режиме (рис. 4).

Применение индивидуального нормирования предусматривает логический анализ результатов

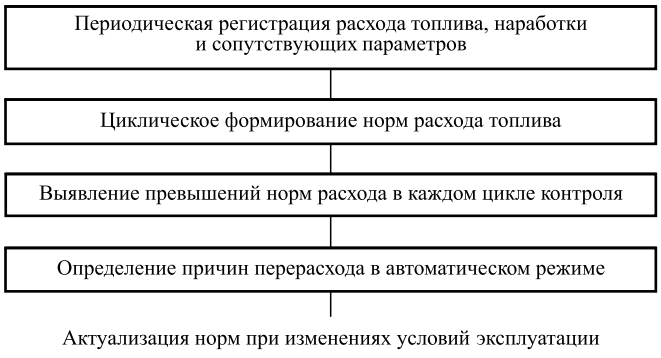

Рис. 3. Технология применения индивидуальных норм расхода при эксплуатации АТС

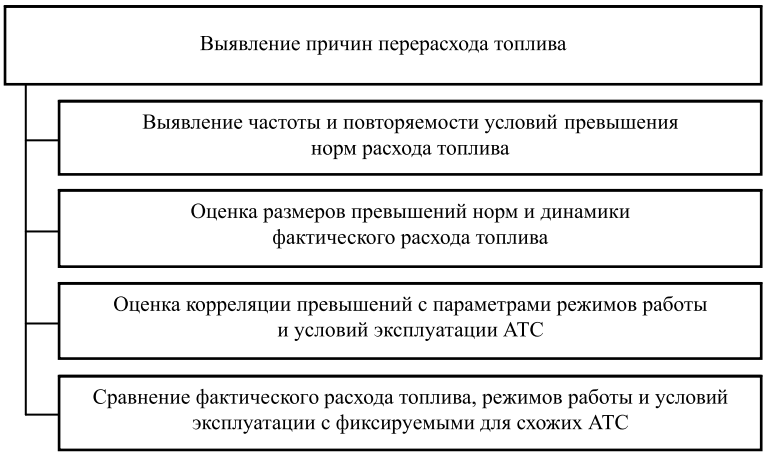

Рис. 4. Алгоритм определения вероятных причин превышения фактического расхода топлива над расчетными нормами

сравнения фактических значений расхода с нормами и формирование рекомендаций по сокращению потребления топлива. Для поиска источника перерасхода определяется корреляция фиксируемых превышений с показателями режимов работы и условий эксплуатации АТС и сравнение фактического расхода топлива с фиксируемыми для той же модификации АТС на схожих маршрутах и в схожих условиях.

Оснащение АТС бортовой локальной сетью, средствами контроля местоположения и датчиками мгновенного расхода топлива, внешней температуры, состояния дорожного покрытия и загрузки АТС открывает ранее не существовавшие возможности индивидуального нормирования расхода топлива при минимуме затрат трудоемкости и без заметного удорожания АТС. Его реализация потребует разработки программных средств и оснащения АТС датчиками мгновенного расхода топлива и загрузки салона или кузова АТС; контроля тем или иным образом наработки АТС в единицах пробега и времени; подсоединения к имеющимся на АТС датчикам (или средствам контроля) наружной температуры, состояния дорожного покрытия (наличия льда, увлажнения, воды) частоты вращения коленчатого вала двигателя и температуры охлаждающей жидкости. Для контроля загрузки АТС могут использоваться датчики в камерах пневмоподвески. Датчиками состояния дорожного покрытия может служить совместное использование сигнала срабатывания АБС при пониженном замедлении АТС, датчика "дождя" на лобовом стекле и датчика блескости дорожного покрытия перед АТС.

Минимум затрат потребуется для применения этой технологии на АТС, оборудованных локальной сетью и указанными средствами контроля и интеллектуальными датчиками с цифровыми выходами.

Заключение

Для современных АТС, оборудованных локальной сетью, интегрированными в информационные системы предприятий автомобильного транспорта, предлагается замещение устаревшей трудоемкой технологии маршрутного нормирования расхода топлива на качественно более эффективную технологию автоматического формирования и применения индивидуальных норм. Это более точные нормы, адекватные изменяющимся условиям эксплуатации и режимам работы АТС, его загрузке, наружной температуре, скорости и интенсивности движения, состоянию дорожного покрытия. Их применение не требует затрат живого труда при эксплуатации АТС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Рубец Д. А.** Определение линейных норм расхода топлива для автомобилей // Пути повышения эффективности использования топлив, масел и спецжидкостей на транспорте. — М.: НИИАТ, 1985. — С. 136—145.
2. **Методические рекомендации** "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте". Приложение к распоряжению Минтранса РФ от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р. (с изменениями на 6 апреля 2018 года). — М., 2008. — 114 с.
3. **Кириллов А. Г.** Оперативное управление работоспособностью автомобилей по критерию расхода топлива с применением новых информационных технологий. Дисс. ... канд. техн. наук: специальность: 05.22.10. — Владимир, 2000. — 210 с.
4. **Исмаилов Р. И.** Совершенствование технической эксплуатации городских автобусов за счет корректирования ее основных нормативов и нормирования расхода топлива на основе статистической информации. Дисс. ... канд. техн. наук: специальность: 05.22.10. — М., 2003. — 170 с.
5. **Болдин А. П., Максимов В. А., Постолит А. В., Миротин Л. Б., Хазиев А. А.** Методика оперативного определения норм расхода топлива городскими автобусами с учетом сложности маршрута движения // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 6. — С. 23—25.
6. **Князьков Г. Д.** К вопросу нормирования маршрутного расхода топлива городского автобуса в эксплуатации / Князьков Г. Д., Исмаилов Р. И., Максимов В. А. // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сборник научных трудов по материалам 76-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. — М.: Техполиграфцентр, 2018. — С. 127—131.

УДК 629.113
М. А. Пьянов, канд. техн. наук, ПАО "АВТОВАЗ", г. Тольятти,
В. Н. Козловский, д-р техн. наук, СамГТУ, г. Самара,
С. И. Клейменов, ООО "Бизнес-Консалт", г. Тольятти, **С. А. Шанин,** ПАО "КАМАЗ",
г. Набережные Челны
E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

В работе представлены результаты экспериментальных исследований разработанного производственного комплекса диагностики работоспособности электрооборудования автомобилей.

Ключевые слова: *автомобилестроение, автомобиль, диагностика, система электрооборудования.*

The paper presents the results of experimental studies of the developed production complex for diagnosing the efficiency of electrical equipment of cars.

Keywords: *automotive, automobile, diagnostics, electrical system.*

Целью экспериментального исследования является проверка работоспособности разработанного производственного диагностического комплекса с подтверждением теоретических выводов и получением данных для статистического анализа качества электрооборудования автомобилей на стадии сборки автомобилей.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: проведение тестового диагностирования заведомо исправного и неисправного изделий автомобильного электрооборудования с помощью диагностического комплекса и лабораторной установки, с оценкой погрешности полученных результатов; проведение серии тестов одного и того же изделия (пяти образцов) с помощью диагностического комплекса (двумя операторами), с построением контрольных карт измерительного процесса [5, 6].

Для применения теории планирования эксперимента примем следующие допущения:

— функция отклика содержит в своем составе неслучайную и случайную составляющие (многие показатели качества автоматизированных систем обработки информации носят случайный характер). Это требует многократного повторения опытов в одних и тех же условиях в целях получения статистически устойчивых результатов, а получаемые оценки показателей должны обладать свойствами состоятельности, эффективности, несмещенности и достаточности. Оценки типовых показателей формируются путем усреднения результатов наблюдений. Поэтому при достаточно большом количестве наблюдений можно считать, что случайная составляющая распределена по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием, что позволяет получить несмещенную оценку математического ожидания функции отклика в конкретной точке плана. Результаты, полученные путем усреднения повторных опытов в каждой точке плана, также представляют собой независимые, нормально распределенные случайные величины;

— факторы эксперимента измеряются с пренебрежительно малой ошибкой по сравнению с ошибкой в определении величины отклика (ошибка в определении значения функции отклика объясняется не столько погрешностью измерений, сколько влиянием на результат работы системы неучтенных или случайных факторов);

— дисперсии среднего значения функции отклика в различных точках равны друг другу, то есть выборочные оценки дисперсии однородны.

Указанные допущения позволяют использовать для расчетов коэффициентов полинома

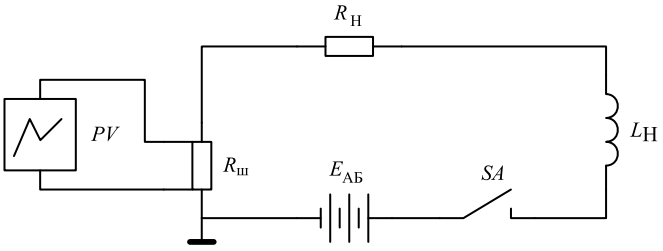

Рис. 1. Схема лабораторной установки

Таблица 1

Состав лабораторной установки

Элемент	Характеристика
Персональный компьютер	Pentium 4 — 3 GHz, ОЗУ 1 Gb, ATI Radeon Pro 256 Mb
Осциллографическая приставка	4 канала, цифровая фильтрация, самописец АСК-3107 ф. АКТАКОМ
Шунт измерительный	ШС — 10 А — 0,5, ШС — 20 А — 0,5

отклика метод наименьших квадратов, который дает эффективные и несмещенные оценки коэффициентов и обеспечивает простоту проведения расчетов.

План эксперимента выбираем с использованием каталога планов, близкий к оптимальному, а именно рототабельный второго порядка [1—4].

Для проведения экспериментального исследования была собрана лабораторная установка по схеме, представленной на рис. 1.

Элементы, входящие в состав лабораторной установки, сведены в табл. 1.

Разработка программы экспериментального исследования

Одним из важнейших вопросов всяких измерений является вопрос об их точности. Точность метода или средства измерений служит основным его метрологическим показателем и является главным признаком, характеризующим его собственное качество. При выборе и назначении средств и методов контроля качества продукции в первую очередь учитывается их точность наряду с экономичностью и производительностью.

Степень точности измерений характеризуется предельной величиной их погрешности. Под погрешностью измерения понимается разность между его результатом и "истинным" значением измеряемого объекта. Трудность в определении погрешности измерений заключается в том, что оценка "истинного" значения величины на практике добывается из тех же или из других аналогичных измерений, не свободных от некоторых погрешностей в силу несовершенства измерительных инструментов и органов чувств наблюдателя. Поэтому "истинные" значения измеряемых объектов представляется возможным рассматривать лишь теоретически, как некоторую научную абстракцию, и затем производить их оценку надлежащими методами.

С понятием точности измерительной системы неразрывно связано другое фундаментальное понятие — разрешающая способность, характеризующее минимальное различие в величине параметра двух измеримых объектов, которое может быть обнаружено данной измерительной системой. Точность и разрешающая способность измерительной системы являются понятиями хотя и близкими, но не тождественными. Например, наличие систематической ошибки (смещения), постоянной в пределах некоторого диапазона, не ухудшает разрешающей способности системы. Однако точность при значительной величине такой ошибки может оказаться неприемлемой. Таким образом, разрешающая способность является необходимым (но еще недостаточным) условием обеспечения точности или, другими словами, разрешающая способность характеризует максимальную (принципиально достижимую) точность измерительной системы. В свою очередь, разрешающая способность чаще всего определяется ценой деления, являющейся одной из основных характеристик любого измерительного устройства.

При диагностировании и анализе качества комплекса электрооборудования исходными данными служат результаты измерений его ключевых параметров. При этом исходят из того, что результаты произведенных измерений точны, и на этом основании делаются последующие заключения и выводы. Однако на практике измерения всегда сопровождаются ошибками или, иначе говоря, погрешностями, величина и характер которых определяют собственное качество измерительных и контрольных процессов. Следовательно, главная и конечная цель анализа и управления измерительными и контрольными процессами состоит в том, чтобы ограничить погрешности измерений некоторой разумно установленной предельной величиной с тем, чтобы результаты измерений и контроля не искажали бы очень сильно (до неузнаваемости) реальную картину, во

всяком случае, ее наиболее значимые, ключевые "фрагменты". При этом, конечно, нельзя упускать из виду экономическую целесообразность и эффективность.

При рассмотрении погрешностей измерений следует начать с декомпозиции процесса их образования и, по возможности, классифицировать для более детального изучения. Погрешность всякого метода (или средства измерения) подразделяется на две "составляющие": систематическую и случайную. Систематическая составляющая будет оставаться постоянной при измерениях, либо изменяться определенным образом в зависимости от изменения определенного, неслучайного фактора. В последнем случае систематическую ошибку можно было бы отнести к категории "функциональных" ошибок. Случайная составляющая будет меняться от измерения к измерению случайным образом; она будет вызываться многочисленными факторами, действие которых по-разному складывается в повторных измерениях. При известном заранее "истинном" значении измеряемого объекта систематическую составляющую погрешности измерения можно определить как разность между средним результатом измерений и истинным значением объекта. Систематические погрешности измерений стремятся всегда тем или иным более или менее тонким приемом механически исключить при измерениях. Сами эти приемы почти всегда во многом зависят от конкретных условий измерения и поэтому выходят за рамки статистического анализа. Случайная составляющая погрешности каждого отдельного измерения может оцениваться как рассчитанное с той или иной доверительной вероятностью предельное отклонение от центра рассеивания погрешностей измерений (на практике с некоторым основанием считают погрешности измерения подчиняющимися нормальному закону). Очень часто на практике исходят из того, что систематические погрешности с достаточным для практики приближением исключены, и тогда предельная погрешность оказывается равносильной общей предельной погрешности измерения.

Аналогично систематическим погрешностям подлежат безусловному исключению из протокола измерений так называемые "грубые" ошибки или промахи. К этим ошибкам относятся: ошибки в отсчетах показаний средства измерения, ошибки в вычислениях при измерениях, ошибки, созданные неправильным использованием средства измерения, ошибки, возникшие из-за недостатка осторожности у оператора.

Для исключения грубых ошибок при анализе измерительного процесса необходим значительный объем выборки. Рекомендуемое количество циклов измерений (для получения достоверных данных) $k = 25$, диагностируемых образцов $N = 5$ и операторов, осуществляющих измерения, $M = 2$.

Экспериментальные исследования будем проводить по следующей программе:

1. Собрать лабораторную установку по схеме, приведенной на рис. 1.

2. Снять осциллограммы переходного процесса в заведомо исправном изделии электрооборудования при коммутации.

3. Вычислить постоянную времени изменения тока для каждого тестового импульса по формуле:

$$\tau = (t_2 - t_1)\left(\ln\left(i(t_2)\right) - \ln\left(i(t_1)\right)\right)^{-1}. \qquad (1)$$

4. Определить среднее значение $\overline{\tau}$.

5. Провести тестовое диагностирование этого же модуля зажигания, разработанным диагностическим комплексом, не менее 10 раз.

6. Получить результаты тестирования (постоянную времени изменения тока) из базы данных диагностического комплекса.

7. По результатам эксперимента определить размах показаний R и среднее значение $\overline{\tau}$.

8. Оценить погрешность измерения диагностического комплекса, приняв рассчитанное в п. 4 значение τ за действительное.

9. Повторять процедуры 5—8 каждый час в течение дня эксперимента.

10. Построить по результатам контрольную карту измерительного процесса.

11. Повторить процедуры 9, 10 для пяти образцов двумя операторами.

12. Заменить на автомобиле исправное изделие на заведомо неисправное и повторить процедуры 2—8.

13. Проанализировать полученные результаты.

Диагностирование модуля зажигания

К изделиям электрооборудования, имеющим активно-индуктивную нагрузку и существенно влияющим на работоспособность всего транспортного средства, относятся форсунки, модуль зажигания, тяговое реле стартера и пр. Среди них наиболее распространенным дефектом, согласно статистике, собираемой по дефектам сборки автомобилей LADA KALINA, является обрыв или короткозамкнутые витки модуля зажигания, что приводит к явному или скрытому отказу. Поэтому в качестве диагностируемого изделия выбираем модуль зажигания 2111—3705010 фирмы Bosch (Германия) автомобиля ВАЗ-1118 (LADA KALINA), фотография которого представлена рис. 2.

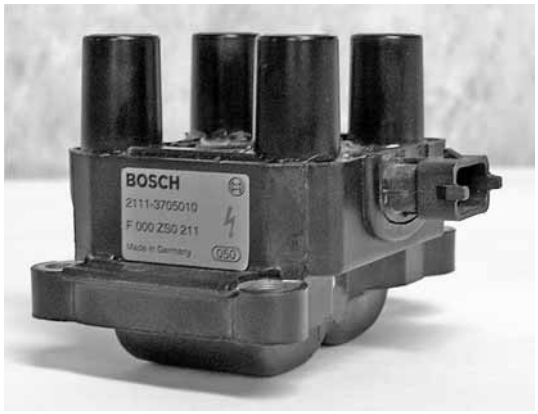

Рис. 2. Фотография диагностируемого изделия электрооборудования — модуля зажигания автомобиля ВАЗ-1118

Исследование исправного изделия

Для проведения работы использовалась стандартная функция тестирования элементов системы управления двигателя, реализованная во всех современных контроллерах. Для тестирования модулей зажигания, управляемых контроллерами, устанавливаемыми на автомобили семейства ВАЗ, используется серия из 20 тестовых импульсов частотой 100 Гц и длительностью 2 мс, что соответствует работе двигателя на максимальных оборотах.

На рис. 3 представлена осциллограмма изменения тока в первичной обмотке заведомо исправного модуля зажигания в течение одного тестового импульса.

Используя данные серии экспериментов, определяем значение постоянной времени по формуле (1) для всех тестовых импульсов.

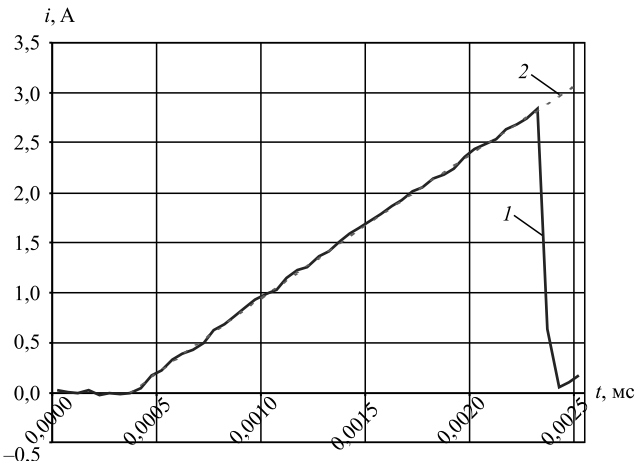

Рис. 3. Осциллограмма тока в первичной обмотке заведомо исправного модуля зажигания:

1 — экспериментальная кривая; *2* — теоретическая кривая

Определим среднее значение по формуле

$$\overline{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^{20} \tau_i}{20} = 17{,}100 \text{ мс}.$$

Вычисленное по результатам эксперимента на лабораторной установке среднее значение постоянной времени тока первичной цепи принимаем за действительное для исправного модуля зажигания при дальнейших исследованиях.

Полученное значение постоянной времени попадает в заявленное поле допуска $\tau = 17 \pm 5$ % мс.

Определяем активное сопротивление первичной обмотки модуля зажигания для последующего сравнительного анализа возможности его использования в качестве диагностического параметра при определении отклонения технических характеристик модуля от заявленных производителем: $R1_{\text{исп}} = 0{,}71$ Ом.

Полученные из базы данных диагностического комплекса значения постоянной времени (пп. 5, 6 программы экспериментального исследования) используем для расчета среднего значения постоянной времени диагностического комплекса $\left(\overline{\tau}_{\text{ДК}}\right)$.

Определим среднее значение $\overline{\tau}_{\text{ДК}}$:

$$\overline{\tau}_{\text{ДК}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \tau_{\text{ДК}i}}{10} = 17{,}051 \text{ мс}. \quad (2)$$

Определяем размах показаний R по формуле

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 17{,}073 - 17{,}019 = 0{,}054 \text{ мс}. \quad (3)$$

Абсолютная погрешность измерений диагностического комплекса:

$$\Delta = \overline{\tau}_{\text{ДК}} - \tau; \ \Delta_{\text{исп}} = 17{,}051 - 17{,}10 = -0{,}049 \text{ мс}. \quad (4)$$

где $\overline{\tau}_{\text{ДК}}$ — среднее значение постоянной времени, измеренной диагностическим комплексом; τ — действительное значение постоянной времени.

Относительная погрешность измерений диагностического комплекса:

$$\gamma_{\text{исп}} = \frac{\Delta_{\text{исп}}}{\tau} 100 \text{ \%}; \quad \gamma_{\text{исп}} = \frac{-0{,}049}{17{,}10} \cdot 100 \text{ \%} = -0{,}29 \text{ \%}. \quad (5)$$

Таким образом, относительная погрешность измерений в данном случае менее 0,3 %.

Расчет параметров контрольной карты измерительного процесса

В качестве контролируемого параметра выступает постоянная времени тока τ переходного процесса в первичной обмотке модуля зажигания при коммутации. Для построения контрольной карты по количественному признаку сделаем предположение, что постоянная времени τ — случайная величина с нормальным распределением, контрольные границы определяются 6σ интервалом. Принимая во внимание, что нормальная случайная величина полностью определяется двумя параметрами: положением центра рассеивания *a* (средним значением) и величиной стандартного отклонения σ, построим по результатам ряда экспериментов контрольную карту Шухарта ($\bar{X}$—R-карта).

Измерения проводились циклами по десять тестов каждый час в течение рабочего дня. Результаты измерений одного модуля зажигания сведены в табл. 2.

Расчет контрольных границ проводим по формулам:

$$UCL_R = D_4\bar{R}, \quad (6)$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}, \quad (7)$$

$$LCL_R = D_3\bar{R}, \quad (8)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}, \quad (9)$$

где $\bar{R} = 0{,}081$ мс — среднее значение размахов группы измерений; $\bar{\bar{X}} = 17{,}074$ мс — среднее значение средних по подгруппам (см. табл. 1).

Коэффициенты для расчета контрольных границ карты Шухарта, зависящие от объема подгруппы *n*, сведены в табл. 3 [3].

При проведенных экспериментальных исследованиях объем подгруппы (число измерений в одном цикле) составляет $n = 10$.

Таблица 2

Результаты эксперимента

Номер подгруппы	Время								
	8-00	9-00	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00
1	17,065	17,071	17,056	17,097	17,073	17,063	17,037	17,053	17,062
2	17,028	17,087	17,138	17,058	17,067	17,116	17,048	17,081	17,113
3	17,059	17,133	17,037	17,111	17,059	17,122	17,034	17,126	17,049
4	17,073	17,076	17,026	17,083	17,076	17,092	17,028	17,016	17,101
5	17,051	17,122	17,068	17,053	17,084	17,068	17,045	17,019	17,049
6	17,062	17,148	17,021	17,072	17,098	17,112	17,067	17,122	17,083
7	17,039	17,013	17,085	17,132	17,048	17,086	17,079	17,106	17,057
8	17,062	17,085	17,033	17,130	17,095	17,107	17,058	17,082	17,065
9	17,047	17,113	17,027	17,076	17,086	17,113	17,037	17,055	17,095
10	17,019	17,094	17,035	17,143	17,063	17,082	17,087	17,073	17,089
$\bar{X}$	17,051	17,094	17,053	17,096	17,075	17,096	17,052	17,073	17,076
R	0,054	0,135	0,112	0,090	0,050	0,059	0,059	0,107	0,064

Таблица 3

Таблица коэффициентов

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3,27	2,57	2,28	2,11	2,00	1,92	1,86	1,82	1,78
D_3	—	—	—	—	—	0,08	0,14	0,18	0,22
A_2	1,88	1,02	0,73	0,58	0,48	0,42	0,37	0,34	0,31

Тогда:

$$UCL_R = D_4\overline{R} = 1,78 \cdot 0,081 = 0,144 \text{ мс},$$

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} = 17,074 + 0,31 \cdot 0,081 = 17,099 \text{ мс},$$

$$LCL_R = D_3\overline{R} = 0,22 \cdot 0,081 = 0,018 \text{ мс},$$

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} = 17,074 - 0,31 \cdot 0,081 = 17,048 \text{ мс}.$$

Исследование неисправного изделия

На рис. 4 представлена осциллограмма изменения тока в первичной обмотке заведомо неисправного модуля зажигания (несколько короткозамкнутых витков в первичной обмотке, приводящих к снижению энергии разряда) в течение одного тестового импульса.

Проводим серию экспериментов с заведомо неисправными электроизделиями. Определяем среднее значение $\overline{\tau}$ для заведомо неисправного модуля по формуле

$$\overline{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^{20} \tau_i}{20} = 19,801 \text{ мс}.$$

Вычисленное среднее значение постоянной времени принимаем за действительное для неисправного модуля зажигания.

Активное сопротивление первичной обмотки неисправного модуля зажигания:

$$R1_{\text{неисп}} = 0,69 \text{ Ом}.$$

Полученные из базы данных диагностического комплекса значения постоянной времени (пп. 5, 6 программы экспериментального исследования) сведены в табл. 4.

Определяем среднее значение $\overline{\tau}_{\text{ДК}}$ по формуле

$$\overline{\tau}_{\text{ДК}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \tau_{\text{ДК}i}}{10} = 19,897 \text{ мс}.$$

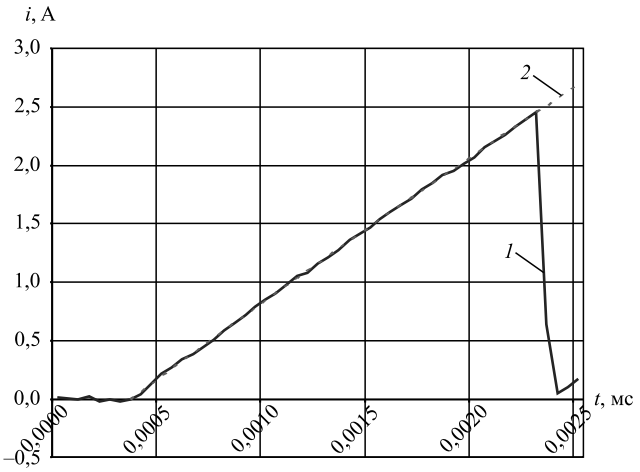

Рис. 4. Осциллограмма тока в первичной обмотке заведомо неисправного модуля зажигания:
1 — экспериментальная кривая; *2* — теоретическая кривая

Абсолютная погрешность измерений диагностического комплекса:

$$\Delta = \overline{\tau}_{\text{ДК}} - \tau, \ \Delta_{\text{неисп}} = 19,897 - 19,801 = 0,096 \text{ мс}.$$

Относительная погрешность измерений диагностического комплекса:

$$\gamma_{\text{неисп}} = \frac{\Delta_{\text{неисп}}}{\tau} 100 \ \%,$$

$$\gamma_{\text{неисп}} = \frac{0,096}{19,801} 100 \ \% = 0,486 \ \%.$$

Таким образом, относительная погрешность измерений в данном случае менее 0,5 %.

Относительное изменение значений диагностических параметров при наличии неисправности в модуле зажигания определим по формуле

$$\%X = \frac{|X_{\text{неисп}} - X_{\text{исп}}|}{X_{\text{исп}}} 100 \ \%,$$

где $X_{\text{исп}}$ — значение диагностического параметра для исправного модуля зажигания, $X_{\text{неисп}}$ — значение диагностического параметра для неисправного модуля зажигания.

$$\%\tau = \frac{|\tau_{\text{неисп}} - \tau_{\text{исп}}|}{\tau_{\text{исп}}} 100 \ \% = 15,79 \ \%.$$

Таблица 4

Результаты эксперимента

№ теста	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
τ, мс	19,895	19,897	19,904	19,887	19,893	19,901	19,905	19,892	19,895	19,901

$$\%R1 = \frac{|R1_{\text{неисп}} - R1_{\text{исп}}|}{R1_{\text{исп}}} 100\ \% = 2,82\ \%.$$

При наличии в первичной обмотке модуля зажигания нескольких короткозамкнутых витков активное сопротивление первичной обмотки изменяется на 2,82 %, что не превышает допуска на параметр, а постоянная времени тока переходного процесса изменяется на 15,79 %, выходя за поле допуска. Таким образом, применение в качестве диагностического параметра постоянной времени тока переходного процесса увеличивает полноту диагностирования, а следовательно, повышает качество диагностирования автомобильного электрооборудования [7].

Продолжительность диагностирования всего комплекса электрооборудования одного автомобиля при применении разработанного диагностического комплекса составляет 5,2 минуты, что на 23,1 % меньше времени диагностирования с помощью диагностического комплекса стандартного оборудования, установленного на финише сборочных операций. Причем на 21,7 % время диагностирования сокращается благодаря оптимизации действий оператора-диагноста, а на 1,4 % — вследствие применения нового метода диагностирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мороз С.** Автоматизация диагностической техники // Автомобильный транспорт. — 1990. — № 11. — С. 32—34.
2. **Анализ** измерительных систем. MSA / Пер. с англ. — Н. Новгород: АО "НИЦ КД", СМЦ "Приоритет", 1997.
3. **Годлевский В. Е., Плотников А. Н., Юнак Г. Л.** Применение статистических методов в автомобилестроении / Под ред. А. В. Васильчука. — Самара: ГП "Перспектива", 2003. — 196 с.
4. **Измерения в промышленности** / Под ред. П. Профоса. Справочник. Ч. I. — М.: Металлургия, 1990.
5. **Козловский В. Н., Строганов В. И.** Моделирование систем электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой в процессах проектирования и производства: монография. — М.: МАДИ, 2014. — 264 с.
6. **Пьянов М. А., Козловский В. Н.** Обеспечение качества процесса диагностирования электрооборудования автомобилей: монография. — Самара: Издательство СамНЦ РАН. — 2014. — 150 с.
7. **Kozlovsky V., Klochkov Y., Ostapenko M.** Conformity assessment of car quality databases exemplified on the case of the Russian car manufacturer AUTO VAZ. В сборнике: 2016 5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization, ICRITO 2016: Trends and Future Directions 5, Trends and Future Directions. С. 57—60.

ЧЕТРА в Узбекистане

Руководство производственной компании "Промтрактор" (бренд "ЧЕТРА") приняло участие в деловой миссии российского бизнеса в Узбекистане, которая была приурочена к визиту Президента Российской Федерации Владимира Путина и проведению Первого форума межрегионального сотрудничества между Российской Федерацией и Республикой Узбекистан.

В панельной сессии "Новый этап узбекско-российского межрегионального сотрудничества: проекты и кластеры", в которой с российской стороны приняли участие более двадцати представителей министерств и ведомств федеральных органов исполнительной власти, а также около тридцати представителей бизнес-сообщества, выступил генеральный директор ООО ПК "Промтрактор" Владимир Антонов. Он поделился планами компании по созданию в Республике Узбекистан производства техники под брендом "ЧЕТРА". Планируемая мощность производства — не менее 24 ед. техники в год, это бульдозеры мощностью от 150 до 590 л.с. и трубоукладчики грузоподъемностью от 25 до 100 т. В настоящий момент ведутся переговоры с потенциальными компаниями, на базе одной из которых будет налажено производство.

Организация производства промышленной техники "ЧЕТРА" в Республике Узбекистан позволит не только расширить присутствие компании в регионе, но и развивать экспорт ее продукции в соседние страны — Туркменистан, Таджикистан, Киргизию и Афганистан. Кроме того, организация производства в Узбекистане позволит адаптировать ее конструкцию под особые требования клиентов, а также обеспечить потребителей круглосуточной технической поддержкой и запасными частями.

ООО "ПК "ЧАЗ"

УДК 62-822
В. А. Зорин, д-р техн. наук, профессор, **Е. А. Косенко,** канд. техн. наук,
А. Ю. Домогаров, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
E-mail: KosenkoKate@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ ДЕФЕКТОСКОПИИ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГИДРОСИСТЕМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В данной статье рассматриваются вопросы применения инфракрасной термографии при оценке технического состояния рукавов высокого давления (РВД) гидросистем дорожно-строительных машин (ДСМ) в процессе их эксплуатации. Представленный метод распознавания скрытых дефектов РВД позволяет снизить трудоемкость технического диагностирования РВД и уменьшить вероятность возникновения отказов ДСМ. В статье представлены термограммы результатов эксплуатационных и лабораторных исследований РВД, описана методика проведения технического диагностирования РВД с применением тепловизора, а также даны рекомендации по оценке технического состояния РВД методом инфракрасной термографии в условиях рядовой эксплуатации ДСМ.

Ключевые слова: *гидросистема, рукав высокого давления, дефект, дорожно-строительная машина, инфракрасная термография, техническое диагностирование, тепловизор.*

The article considers cover the use of infrared thermography for assessment of technical condition of high pressure hoses of hydraulic systems of road construction machines in the operation. The presented method of inspection of a hidden defects high pressure hoses allows reducing the labour intensity of technical diagnosis high pressure hoses and potential for failure of road construction machines. The article presents results thermogram operational and laboratory researches of high pressure hoses describes a method of diagnosing technical high pressure hoses using thermal and recommendations for evaluation of technical status high pressure hoses by infrared thermography in ordinary operation conditions road construction machines.

Keywords: *hydraulic system, high pressure hose, defect, road construction machine, infrared thermography, technical diagnostics, thermal imager.*

(Рисунки и табл. 2 — на 2—4 полосах обложки)

При проведении строительных работ важно обеспечить высокую производительность и качество выполнения операций. Время перемещения рабочего органа и точность его позиционирования во многом определяются техническим состоянием системы управления машины. Известны системы управления машин различного конструктивного исполнения и принципа действия, но наибольшее распространение в конструкциях дорожно-строительных машин получили гидравлические системы управления.

Под воздействием высоких нагрузок и тяжелых условий эксплуатации в гидравлической системе ДСМ часто возникают внезапные отказы, приводящие к простою машины и значительным финансовым потерям [1, 2]. Одной из распространенных неисправностей гидравлической системы является повреждение рукавов высокого давления (разрывы в местах обжатия фитингами, вздутия, механические повреждения в процессе эксплуатации). Доля отказов, приходящихся на РВД, составляет более 35 % общего количества отказов элементов гидропривода [3].

При разрыве РВД происходит значительный выброс горячей рабочей жидкости под давлением, что представляет опасность для жизни и здоровья людей, находящихся в зоне работы машины, а также наносит урон окружающей среде. Поэтому для предотвращения возникновения данного типа неисправности является целесообразным внедрение в систему ежесменного обслуживания операций технического диагностирования РВД.

Среди известных методов технического диагностирования — акустических, вибрационных,

радиационных, тепловых и других — для проведения дефектоскопии РВД в процессе эксплуатации наиболее технологичным и информативным является метод инфракрасной термографии (тепловой метод технического диагностирования). Данный метод долгое время считался исключительно качественным, однако с развитием теории теплопроводности и внедрением понятий одно-, двух- и трехмерных моделей стало возможным определение количественных показателей, характеризующих дефект. При решении обратной задачи математической физики можно определить геометрические размеры и форму дефекта, а также глубину его залегания [4].

Метод инфракрасной термографии реализуется путем регистрации тепловизором (инфракрасной камерой) температуры, отличной от температуры бездефектной зоны. Так как дефект и материал объекта контроля обладают различными теплофизическими свойствами (ТФС), то при возникновении повышенных или пониженных значений температуры рабочей жидкости время нагрева или охлаждения в области дефекта будет отличаться от времени нагрева бездефектной зоны. Таким образом, дефект будет характеризоваться более высокой или низкой температурой по сравнению с температурой объекта контроля.

Для проверки возможности применения инфракрасной термографии при контроле технического состояния РВД были проведены эксплуатационные и лабораторные испытания.

Эксплуатационным испытаниям подвергались РВД гидропривода экскаватора JCBJS1602 во время работы в реальных условиях эксплуатации. Измерения проводились при достижении температуры рабочей жидкости 70 °С с использованием тепловизора Testo 875-1i. В результате измерений был получен диагностический сигнал от дефекта (изгиба армирующей оплетки), который характеризовался более низкой по сравнению с бездефектной зоной РВД температурой (рис. 1).

Для предотвращения "ложной тревоги" и возникновения связанных с ней затрат на перебраковку объектов контроля важно при анализе полученных в процессе исследования термограмм тщательно сопоставлять изображение на термограмме (рис. 1, *а*) с объектом (рис. 1, *б*).

Стоит отметить, что дефектоскопия РВД методом инфракрасной термографии при работе машины на холостом ходу сопровождается риском пропуска дефекта вследствие невысокой температуры рабочей жидкости (20—40 °С) и, как следствие, отсутствия температурного контраста

Таблица 1

Характеристики РВД, испытываемых в лабораторных условиях

№ п/п	Марка РВД	Условный диаметр, мм	Количество оплеток, шт.
1	1SN DN12	12	1
2	2SN DN18	18	2
3	2SN DN20	20	2

между дефектной и бездефектной областями контролируемого объекта [5].

В качестве объектов экспериментальной оценки работоспособности РВД методом инфракрасной термографии были выбраны РВД следующих марок: 1SN DN12; 2SN DN18; 2SN DN20 (табл. 1).

На внутреннюю поверхность РВД были предварительно нанесены механическим путем повреждения в виде трещин и задиров (рис. 2).

Поврежденные РВД были подвергнуты статическим испытаниям на гидравлическом стенде (необходимо привести марку и характеристики стенда) для испытания РВД. Нагревание внутренней поверхности РВД до контрольного значения температуры осуществлялось посредством циркуляции рабочей жидкости при температуре около 50 °С под давлением 250...600 МПа в зависимости от типа и диаметра контролируемого рукава.

Полученный в результате измерений диагностический сигнал характеризовался значением температуры на 3...10 °С ниже температуры поверхности рукава (рис. 3, 4). Это можно объяснить тем, что область дефекта (внутренняя трещина, задир) отличается по своим теплофизическим свойствам от тела РВД.

При проведении диагностических операций методом инфракрасной термографии важно установить оптимальную продолжительность измерений (период распознавания температурного диагностического сигнала с необходимой точностью), которая зависит от материала объекта контроля и температуры РВД. При длительном нагревании вследствие температурной диффузии происходит выравнивание температуры по всему объему объекта диагностирования и распознавание дефекта становится невозможным. Данное явление хорошо продемонстрировано на примере испытания РВД 2SN DN18 при повреждении, глубина которого достигает материала оплетки (табл. 2).

Анализируя распределение температуры в области дефекта РВД при появлении четкого диагностического сигнала (в момент времени T_0) и по

истечении 3...6 мин (в момент времени T_0 + 3 мин и T_0 + 6 мин) можно сделать вывод, что оптимальное время диагностического контроля составило около 2 мин.

При выполнении измерений необходимо учитывать температуру окружающей среды и реализовывать описанный метод технического диагностирования при отсутствии потоков горячего или холодного воздуха, препятствующих отображению на дисплее тепловизора диагностического сигнала от дефекта. В ряде случаев может возникнуть необходимость в применении теплозащитного экрана, когда требуется закрыть излучающие тепло узлы и агрегаты машины, не подвергающиеся контролю, но попадающие в поле измерений и создающие более сильное тепловое поле, чем объект контроля. Также стоит учитывать, что конструкция РВД включает слой (или несколько слоев) армирующей сетки, что позволяет говорить об анизотропии ТФС материала РВД и необходимости введения соответствующих поправок в результаты технического диагностирования.

По результатам анализа проведенных измерений можно сделать вывод, что применение инфракрасной термографии при контроле технического состояния РВД в процессе эксплуатации ДСМ позволяет быстро и безопасно получить достоверную информацию о наличии скрытых дефектов одновременно нескольких РВД, находящихся в области съемки тепловизором [6]. Проведение операций технического диагностирования методом инфракрасной термографии практически не требует специальной подготовки работника. Внедрение контроля состояния РВД и других элементов гидросистемы ДСМ методом инфракрасной термографии в перечень операций ежесменного облуживания позволит своевременно распознавать повреждения и предотвращать возникновение аварийных ситуаций в процессе эксплуатации ДСМ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Зорин В. А.** Надежность механических систем — М.: ИНФРА-М, 2015 — 380 с.
2. **Зорин В. А., Баурова Н. И.** Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин. — М.: МАДИ, 2011. — 173 с.
3. **Яркин А. В., Крук А. Р.** Неразрушающий контроль технического состояния рукавов высокого давления // Материалы МНТК "Интерстроймех-2015, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 9—11 сентября, Казань, 2015 г. — С. 226—230.
4. **Вавилов В. П.** Инфракрасная термография и тепловой контроль. — М.: ИД Спектр, 2009. — 544 с.
5. **Гриб В. В.** Диагностическое моделирование механических систем. Научное издание: монография. — СПб.: "Экспертные решения", 2014. — 448 с.
6. **Гриб В. В., Зорин В. А., Жуков Р. В.** Многокритериальная оценка технического состояния механизмов и машин (динамика и изнашивание) // Ремонт. Восстановление. Модернизация. — 2016. — № 6. С. 19—22.

КАМАЗ на выставке в Альметьевске

"КАМАЗ" принял участие в выставке оборудования и технологий "Нефть. Газ. Энерго. Химия. Экология. Промбезопасность-2018", которая прошла в Альметьевске.

В рамках трехдневного мероприятия лидер российского грузового машиностроения представил перспективные образцы автомобильной и прицепной техники. В их числе — седельный тягач КАМАЗ-65209, полуприцеп-цистерна НЕФАЗ-96895, полуприцеп-цистерна НЕФАЗ-96898 и автоцистерна КАМАЗ-66065 из композитных материалов для перевозки технической воды и агрессивных жидкостей на базе шасси КАМАЗ-43118.

КАМАЗ-65209 — это новая модель магистрального седельного тягача КАМАЗ с колесной формулой 6×2. Задняя ось данного грузовика подъемная, с автоматическим управлением для обеспечения оптимального распределения нагрузок по осям. Использование данной оси позволяет экономить топливо и снижать износ шин при езде без груза или без полуприцепа. Седельный тягач оснащен двигателем Daimler OM457 мощностью 401 л. с. Кабина у новинки такая же, как и у флагмана — автомобиля КАМАЗ-5490.

Особенностью автоцистерны КАМАЗ-66065 является применение цистерны из композитного материала вместимостью 10 м^3. Преимуществом композитного материала по сравнению со сталью является его легкость, долговечность, устойчивость к агрессивным средам.

Полуприцеп-цистерна НЕФАЗ-96895 изготовлена из алюминиевого сплава, что позволяет минимизировать снаряженную массу и перевозить до 30 м^3 топлива.

В рамках выставки состоялся дебютный показ полуприцепа-цистерны НЕФАЗ-96898. Это первая четырехосная модель — она позволяет перевезти до 32 м^3 топлива без нарушения весового регламента.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 658.51-50

Д. В. Доленко, студент, e-mail: dolenko66@yandex.ru, **Д. Г. Мороз,** канд. техн. наук, доцент, e-mail: morozmadi@mail.ru, **Н. А. Атрохов,** канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", e-mail: nikoatr@mail.ru

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Методы сетевого планирования находят широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и на автомобильном транспорте. На автомобильном транспорте методы сетевого планирования позволяют рассмотреть различные варианты транспортировки грузов и выбрать оптимальный. В статье проведен анализ транспортного процесса с помощью методов сетевого планирования.

Ключевые слова: *методы сетевого планирования, сетевой график.*

Methods of network planning are widely used in many industries, including automotive transport. In road transport methods of network planning allows to consider various options of cargo transportation and to select the optimal. The article presents an analysis of transport process by using methods of network planning.

Keywords: *methods of network planning, network diagram.*

Введение

Важность использования методов сетевого планирования в производстве, бизнесе, торговле и т. д. отмечают многие специалисты. Например, профессор А. Н. Рахмангулов указывает: "Сетевое планирование и управление (СПУ) позволяет повысить эффективность управления за счет рациональной организации производственных процессов, а также выявления и мобилизации скрытых ресурсов времени и материальных средств" [7, с. 98]. Профессор В. С. Лукинский отмечает: "Метод сетевого планирования позволяет на основе исходной информации указать сроки начала каждой работы комплекса, вычислить время, необходимое для выполнения всего комплекса работ, выявить критические работы, несвоевременное выполнение которых влечет за собой изменение общего времени выполнения всего комплекса, а также некритические работы, небольшие задержки в выполнении которых не сказываются на общей продолжительности комплекса" [5, с. 305].

Несмотря на актуальность методов сетевого планирования и управления, на транспортных предприятиях при планировании и организации работ они не получили должного распространения. Основная причина этого, по мнению профессора А. Н. Рахмангулова — наличие на транспорте других резервов — технологических, технических и др., совокупная величина которых, как правило, превышает потери из-за неправильной организации производственного процесса. Кроме того, недостаточная, в большинстве случаев, подготовка руководителей в вопросах организации и управления предприятием в рыночных условиях не позволяет им в полной мере оценить и правильно использовать современные организационные методы. Изучение зарубежного опыта сетевого планирования показывает, что правильно и без лишних потерь осуществить реорганизацию существующей системы управления, гибко подстроиться под меняющуюся экономическую ситуацию возможно только в случае целенаправленного анализа организации производства с использованием современных методов сетевого планирования и управления, с использованием сетевых графиков [9, с. 98].

Описанная проблема определила **объект исследования,** которым стало сетевое планирование на транспорте, а **предметом исследования** — использование сетевого графика для оптимизации транспортного процесса.

Цель проведенного исследования — поиск возможностей применения методов сетевого планирования и разработки сетевого графика для

оптимизации управления транспортными процессами.

Задачи исследования:

1) анализ современных методов сетевого планирования, применяемых на производстве;

2) рассмотрение возможности применения методов сетевого планирования и составления сетевого графика при организации транспортных процессов.

Методы исследования: литературный анализ применяемых методов сетевого планирования и сетевых графиков на производстве и на транспорте, моделирование организации транспортного процесса с использованием этих методов.

Результаты исследования

Как показал анализ литературы, сетевое планирование — это метод управления, который основывается на использовании теории графов и системного подхода для отображения и алгоритмизации комплексов взаимосвязанных работ, действий или мероприятий для достижения четко поставленной цели. Оно позволяет определить, во-первых, какие работы или операции из числа многих, составляющих проект, являются "критическими" по своему влиянию на общую продолжительность проекта и, во-вторых, каким образом построить наилучший план проведения всех работ по данному проекту с тем, чтобы выдержать заданные сроки при минимальных затратах [10].

Сетевое планирование имеет ряд преимуществ:

- дают четкое представление об объеме работ;
- обеспечивает наглядность технологической последовательности работ;
- позволяет составить оперативные и текущие планы, а также прогнозировать сложные процессы;
- позволяет выявить скрытые ресурсы времени и материальных средств при выполнении проекта и значительно повысить их эффективность [3, с. 31].

Основная цель сетевого планирования — сокращение до минимума продолжительности проекта следующими методами:

1) многокритериальной оценкой в условиях неопределенности;

2) диаграммой Ганта;

3) методом критического пути;

4) методом оценки и пересмотра планов PERT.

Результатами применения данных методов являются построения рабочих таблиц и сетевых графиков.

При организации транспортного процесса метод многокритериальной оценки в условиях неопределенности позволяет найти оптимальный маршрут транспортировки груза в смешанном сообщении на основе сетевого графика.

Если, например, необходимо доставить груз из города Тель-Авив (Израиль) до города Самара (Россия), используя данные стоимости и времени доставки каждого этапа перевозки, указанной в статье Болтовой Я. С. [2], можно представить следующие варианты доставки груза (рис. 1).

При смешанных перевозках для принятия управленческих решений сетевой график можно представить как пространственно-зависимые схемы доставки с учетом различных параметров. В качестве критериев выбора варианта доставки используется время (T), стоимость (С) и приведенная стоимость (С*), которую определяют по формуле

$$C^* = (C_{гр} + C_{п})(1 + \Delta)^n,$$

где С* — оценка стоимости груза и его доставки с учетом фактора времени (интегральная оценка); $C_{гр}$ — закупочная стоимость груза; $C_{п}$ — стоимость перевозки; $(1 + \Delta)^n$ — множитель наращивания процентов по процентной ставке $\Delta = 15$ % за n периодов, $n = T/365$.

Порядок действий при перевозке груза, необходимый для построения сетевого графика, иллюстрирует табл. 1.

На основании перечисленных работ можно построить сетевую модель, придерживаясь шести правил построения сетевого графика.

1. В начальное событие не входит ни одна стрелка, из конечного события не выходит ни одна стрелка.

2. События соединяют ориентированной стрелкой, которая направлена от предшествующего события к последующему (стрелка пред-

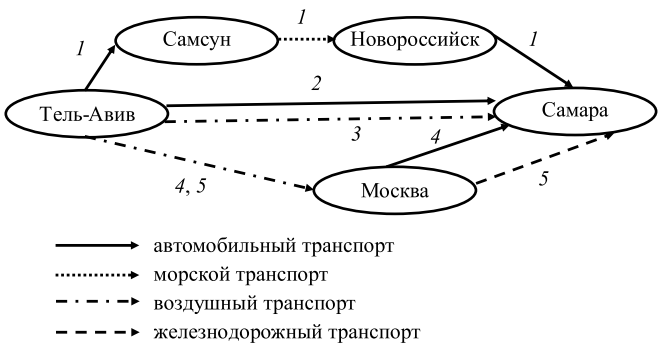

Рис. 1. Маршруты по направлению Тель-Авив — Самара

Таблица 1

Характеристика работ

№ работы	Характеристика работы	Стоимость, руб.	Время, ч
(1, 2)	Затаможивание груза в Тель-Авиве	5400	3
(2, 3)	Оформление документов и погрузка на автомобильный транспорт в Тель-Авиве	300	1,5
(2, 4)	Оформление документов и погрузка на воздушный транспорт в Тель-Авиве	900	1,5
(3, 5)	Доставка автомобильным транспортом от Тель-Авива до Аазаза (Сирия)	5800	11
(3, 10)	Доставка автомобильным транспортом от Тель-Авива до Тбилиси (Грузия)	10 250	34
(4, 12)	Доставка воздушным транспортом от Тель-Авива до Москвы	38 203	4
(4, 19)	Доставка воздушным транспортом от Тель-Авива до Самары	43 302	4,5
(5, 6)	Прохождение таможенных операций в Аазазе (Сирия)	0	1
(6, 7)	Доставка автомобильным транспортом от Аазаза (Сирия) до Килиса (Турция)	352	0,5
(7, 8)	Прохождение таможенных операций в Килисе (Турция)	0	1
(8, 9)	Доставка автомобильным транспортом от Килиса (Турция) до Самсуна (Турция)	5790	13
(9, 16)	Оформление документов и перегрузка на судно в Самсуне (Турция)	500	2
(10, 11)	Растаможивание груза в Тбилиси (Грузия)	255 612	3
(11, 24)	Доставка автомобильным транспортом от Тбилиси (Грузия) до конечного пункта Самары	9800	34
(12, 13)	Растаможивание груза в Москве	255 612	3
(13, 14)	Оформление документов и перегрузка на автомобильный транспорт в Москве	300	2
(13, 15)	Оформление документов и перегрузка на ж/д транспорт в Москве	400	5
(14,24)	Доставка автомобильным транспортом от Москвы до конечного пункта Самары	6018	13
(15,20)	Доставка железнодорожным транспортом от Москвы до Самары	6544	17
(16,17)	Доставка морским транспортом (Черное море) от Самсуна (Турция) до Новороссийска	12 360	21
(17, 18)	Растаможивание груза, оформление документов и перегрузка на автомобильный транспорт в Новороссийске	255 912	2
(18, 24)	Доставка автомобильным транспортом от Новороссийска до конечного пункта Самары	6666	30
(19, 21)	Растаможивание груза в Самаре	255 612	3
(20, 23)	Оформление документов и перегрузка на автомобильный транспорт в Самаре	300	2
(21, 22)	Оформление документов и перегрузка на автомобильный транспорт в Самаре	300	2
(22, 24)	Доставка автомобильным транспортом от аэропорта Курумоч до конечного пункта Самары	800	2
(23, 24)	Доставка автомобильным транспортом от ж/д вокзала Самары до конечного пункта	800	1

ставляет собой на сетевом графике работу), также следует избегать взаимного пересечения стрелок.

3. События сетевого графика нумеруют так, чтобы для каждой работы номер начального события был меньше, чем номер конечного.

4. В сетевом графике не должно быть замкнутых контуров (циклов), т. е. путей, которые начинаются и заканчиваются в одном и том же событии.

5. В сетевом графике не должно быть тупиков, т. е. событий, из которых не выходит ни одна работа, за исключением завершающего события.

6. Не должно быть хвостовых событий, т. е. событий, в которые не входит ни одна работа, за исключением начального события (рис. 2).

Далее можно рассчитать суммарную стоимость работ на каждом маршруте и суммарное время каждого маршрута, складывая соответствующие

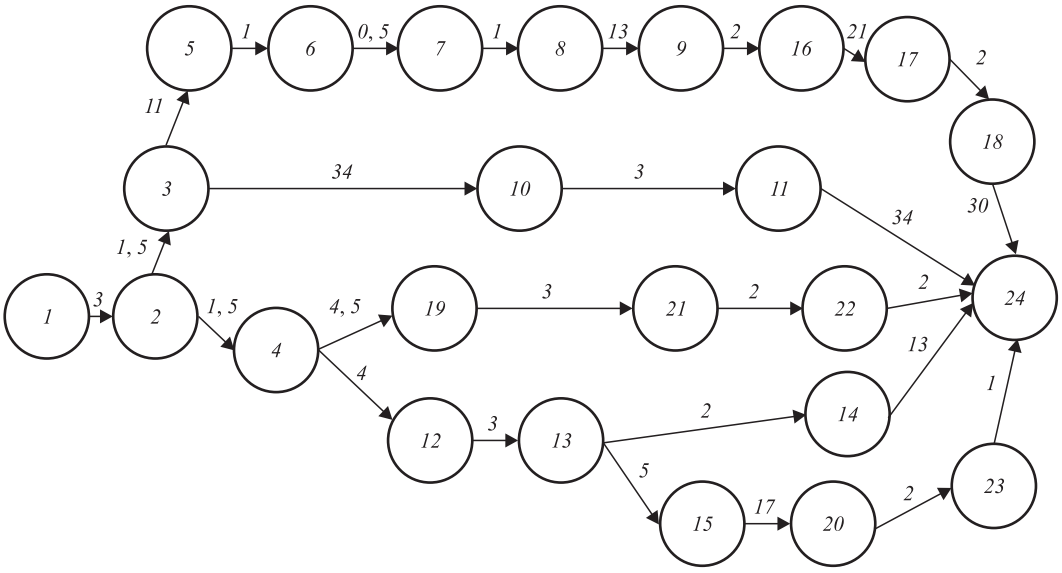

Рис. 2. Сетевая модель транспортного процесса

показатели конкретных работ, входящих в маршрут. При этом значение приведенной стоимости работ можно найти по вышеприведенной формуле, учитывая, что изначальная стоимость груза составляет 710 400 рублей. Например, для первого маршрута приведенная стоимость работ составит:

$$C^* = (710\,400 + 293\,080)(1 + 0{,}15)^{0{,}0098} = \\ = 1\,004\,855{,}375.$$

При различных схемах доставки груза расчетные параметры суммарной стоимости работ перевозок, суммарное время маршрутов и интегральный показатель перевозок представлены в табл. 2.

Для сравнения полученных данных находим минимальные значения среди ключевых показателей, переводим полученные параметры в относительный вид и делим элементы каждого столбца на минимальное значение. Результаты проведенных вычислений представлены в табл. 3.

Далее для нахождения оптимального маршрута доставки в условиях неопределенности осуществляем поиск минимальных значений с помощью критериев Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

Критерий Лапласа позволяет принять решение по перевозке груза для каждой схемы маршрута вычислением среднего арифметического значения потерь (M_i). Например, для первого маршрута: M_i = (1,0416 + 5,3755 + 1,0120)/3 = 2,4764. При этом минимальное значение M_i будет соответствовать оптимальной схеме доставки.

Критерий Вальда позволяет определить оптимальную схему доставки с помощью минимаксного критерия. Для этого требуется на первом этапе в каждой строке найти наибольший элемент, а затем среди них выбрать наименьший. Например, для первого маршрута наибольшее значение составит 5,3755, для второго — 4,7192.

Таблица 2

Параметры для различных схем доставки

№	Схема доставки	Суммарная стоимость работ, С	Суммарное время маршрута, *T*	Интегральный показатель, С*
1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 24	293 080	3,5833	1 004 855,375
2	1, 2, 3, 10, 11, 24	281 362	3,1458	992 954,768
3	1, 2, 4, 19, 21, 22, 24	306 314	0,6666	1 016 974,072
4	1, 2, 4, 12, 13, 14, 24	306 433	1,1042	1 017 259,433
5	1, 2, 4, 12, 13, 15, 20, 23, 24	308 159	1,5208	1 019 152,797

Таблица 3

Относительные значения параметров

№	Схема доставки	Суммарная стоимость работ, С	Суммарное время маршрута, *T*	Интегральный показатель, С*
1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 24	1,0416	5,3755	1,0120
2	1, 2, 3, 10, 11, 24	1	4,7192	1
3	1, 2, 4, 19, 21, 22, 24	1,0887	1	1,0242
4	1, 2, 4, 12, 13, 14, 24	1,0891	1,6565	1,0245
5	1, 2, 4, 12, 13, 15, 20, 23, 24	1,0952	2,2814	1,0264

Критерий Сэвиджа позволяет определить границы риска перевозок при помощи матрицы рисков, элементы которой определяются по формуле

$$r_{ij} = a_{ij} - \min a_{ij},$$

где a_{ij} — минимальный элемент в столбце исходной матрицы.

Например, для первого маршрута наибольший расчетный риск составит: $r_{11} = 1{,}0416 - 1 = 0{,}0416$; $r_{12} = 5{,}3755 - 1 = 4{,}3755$ (максимальное значение); $r_{13} = 1{,}0120 - 1 = 0{,}0120$.

Критерий Гурвица позволяет найти сумму произведений наименьшего и наибольшего значений риска с использованием коэффициента доверия, который равняется 0,5 [5, с. 316]. Например, для первого маршрута он составит: $0{,}5 \cdot 1{,}0120 + 0{,}5 \cdot 5{,}3755 = 3{,}1937$.

Результаты расчетов перевозок груза с использованием всех критериев представлены в табл. 4.

Таким образом, проведенные расчеты позволяют определить, что оптимальным маршрутом перевозки груза из Тель-Авива до Самары является третий маршрут, при котором груз доставляется воздушным транспортом.

Таблица 4

Параметры перевозок для различных схем доставки

№	Критерий Лапласа	Критерий Вальда	Критерий Сэвиджа	Критерий Гурвица (a = 0,5)
1	2,4764	5,3755	4,3755	3,1937
2	2,2397	4,7192	3,7192	2,8596
3	1,0376	1,0887	0,0887	1,0443
4	1,2567	1,6565	0,6565	1,3405
5	1,4677	2,2814	1,2814	1,6539
min	1,0376	1,0887	0,0887	1,0443

Одним из наиболее распространенных способов наглядного представления проекта перевозок во времени является линейный календарный график — Диаграмма Ганта [4, с. 14] (рис. 3).

Главным достоинством этого метода является возможность графически представить материал, четко выделить и обозначить этапы работы над проектом. Основным недостатком является трудность определения взаимосвязанных работ. Еще одним минусом диаграммы Ганта, как показывает практика, можно назвать ее негибкость. Ведь в наши дни проекты не являются статичными — в них постоянно происходят какие-то изменения, сдвиги, задержки, учесть которые в диаграмме просто невозможно. Еще одним недостатком этого метода является невозможность проиллюстрировать несколько разных способов планирования за один раз.

Для вычисления наибольшей протяженности пути перевозки по времени последовательности событий от начального до завершающего применяется метод критического пути. Ведь события, лежащие на критическом пути, не имеют резервов времени и в случае изменения их длительности, изменяются сроки всего проекта. Полученные результаты расчетов параметров сетевого графика продолжительности путей перевозки груза представлены в табл. 5

Из табл. 5 видно, что критическим является путь 1 продолжительностью 86 ч.

Таблица 5

Расчет параметров сетевого графика

№	Путь	Продолжительность пути, ч	Резерв времени, ч
1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 24	86	0
2	1,2,3,10,11,24	75,5	10,5
3	1,2,4,19,21,22,24	16	70
4	1,2,4,12,13,14,24	26,5	59,5
5	1,2,4,12,13,15,20,23,24	36,5	49,5

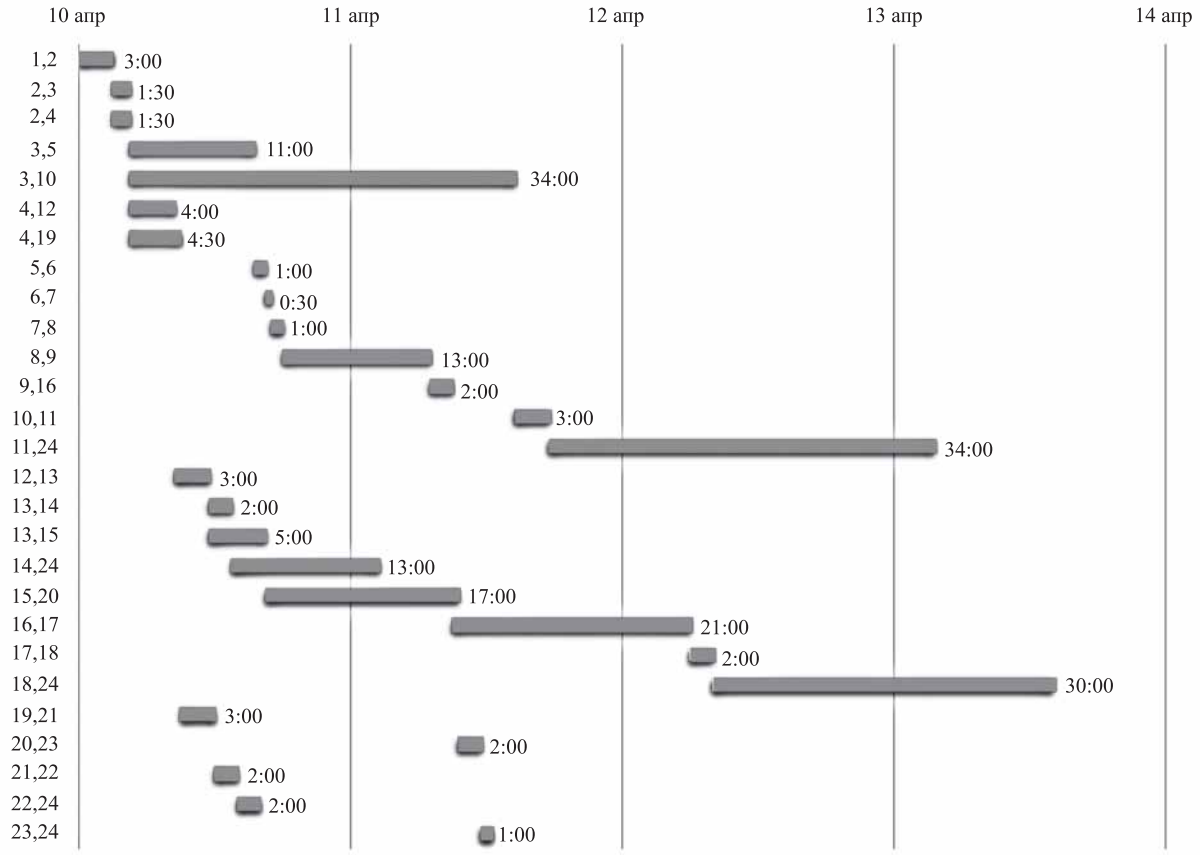

Рис. 3. Диаграмма Ганта

Важнейшим показателем сетевого графика является резерв времени, который показывает, на какой допустимый период времени можно задержать наступление этого события, не вызывая при этом увеличения срока выполнения проекта. Для определения резервов времени событий сети рассчитываются наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий (рис. 4).

Ранний срок наступления события — это время, необходимое для завершения всех работ, предшествующих рассматриваемому событию. Ранние сроки наступления событий рассчитываются от исходного к завершающему. Для этого определяется, какие работы входят в это событие, и складывается время, когда произошло предыдущее событие и длительность работы, исходящей из него и входящей в рассматриваемое событие. Из полученных сумм выбирается наибольшая. Таким образом, определив ранний срок наступления завершающего события сети, мы тем самым определяем протяженность критического пути. При этом ранние сроки располагаются слева в кружках событий.

Поздний срок наступления события — это время, на которое его можно задержать без срыва сроков всего проекта. Поздние сроки наступления событий рассчитываются от завершающего к исходному. Для этого анализируется, какие работы выходят из этого события, и находится разность между временем наступления последующего события и длительностью работы, входящей и выходящей из него. Из полученных разностей выбирается наименьшая. При этом поздние сроки располагаются справа в кружках событий.

Резерв времени события по данной методике определяется как разность между поздним и ранним сроками его наступления. Если резерв равен нулю, то работа является критической [8].

После того как определены наиболее ранние и поздние сроки наступления всех событий, можно рассчитать время выполнения всех работ.

1. Ранний срок начала работ равен раннему сроку наступления предшествующего события.

2. Ранний срок окончания работы равен сумме раннего начала работы и ее продолжительности.

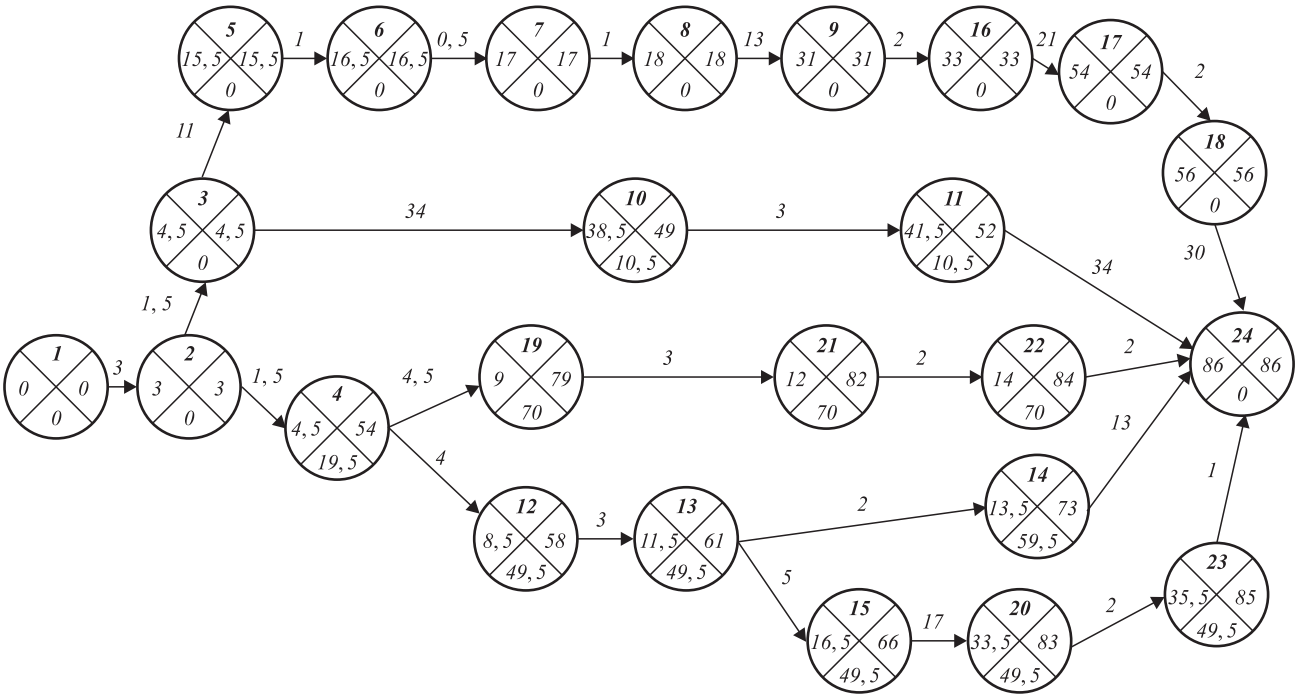

Рис. 4. Сетевой график с указанием времени наступления событий

3. Поздний срок начала работы находится путем вычитания из позднего срока наступления последующего события продолжительности работы.

4. Поздний срок окончания работы равен позднему сроку наступления последующего события.

Результаты расчетов временных параметров сетевого графика приведены в табл. 6.

Таблица 6

Расчет временных параметров сетевого графика

Код работы	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резерв времени
		начало	окончание	начало	окончание	
(1, 2)	3	0	3	0	3	0
(2, 3)	1.5	3	4.5	3	4.5	0
(2, 4)	1.5	3	4.5	52.5	54	49.5
(3, 5)	11	4.5	15.5	4.5	15.5	0
(3, 10)	34	4.5	38.5	15	49	10.5
(4, 12)	4	4.5	8.5	54	58	49.5
(4, 19)	4.5	4.5	9	74.5	79	70
(5, 6)	1	15.5	16.5	15.5	16.5	0
(6, 7)	0.5	16.5	17	16.5	17	0
(7, 8)	1	17	18	17	18	0
(8, 9)	13	18	31	18	31	0
(9, 16)	2	31	33	31	33	0
(10, 11)	3	38.5	41.5	49	52	10.5
(11, 24)	34	41.5	75.5	52	86	10.5
(12, 13)	3	8.5	11.5	58	61	49.5

Окончание табл. 6

Код работы	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резерв времени
		начало	окончание	начало	окончание	
(13, 14)	2	11.5	13.5	71	73	59.5
(13, 15)	5	11.5	16.5	61	66	49.5
(14, 24)	13	13.5	26.5	73	86	59.5
(15, 20)	17	16.5	33.5	66	83	49.5
(16, 17)	21	33	54	33	54	0
(17, 18)	2	54	56	54	56	0
(18, 24)	30	56	86	56	86	0
(19, 21)	3	9	12	79	82	70
(20, 23)	2	33.5	35.5	83	85	49.5
(21, 22)	2	12	14	82	84	70
(22, 24)	2	14	16	84	86	70
(23, 24)	1	35.5	36.5	85	86	49.5

Таким образом, с помощью метода критического пути мы определили, что оптимальным является третий маршрут, который имеет наибольший резерв времени, равный 70 ч.

Следует отметить, что основным достоинством метода критического пути является возможность манипулирования сроками выполнения задач, не лежащих на критическом пути.

Для определения ожидаемых сроков выполнения комплекса работ в сетевом планировании используются три оценки времени по методу оценки и пересмотра планов PERT [4, с. 27].

Оптимистическая оценка (t_{min}) — минимальное время, необходимое для выполнения работы при самых благоприятных условиях.

Наиболее вероятностная ($t_{нв}$) — наилучшая оценка периода времени, необходимого для выполнения работы.

Пессимистическая оценка (t_{max}) — время, необходимое для выполнения работы при самых неблагоприятных условиях.

Допустим, что задан директивный срок $T_{дир}$ выполнения всего производственного процесса. Требуется определить вероятность выполнения производственного процесса в срок.

Продолжительность работы в этом случае рассматривается как случайная величина, которая в результате реализации может принять любое значение в заданном интервале. Такие оценки называются вероятностными (случайными), и их ожидаемое значение $t_{ож}$ определяется по формуле

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4t_{нв} + t_{max}}{6}.$$

Для оценки степени неопределенности выполнения той или иной работы используется дисперсия (σ):

$$\sigma^2 = \left(\frac{t_{max} - t_{min}}{6}\right)^2.$$

Проведенный расчет временных оценок работ для различных схем доставки представлен в табл. 7.

Далее определяем аргумент функции нормального распределения X по формуле

$$x = \frac{T_{дир} - T_р}{\sqrt{\Sigma\sigma^2_{кр}}},$$

где $T_р$ — ранний срок наступления конечного, завершающего события; $\Sigma\sigma^2_{кр}$ — сумма дисперсий работ, лежащих на критическом пути [4, с. 27].

$$x = \frac{T_{дир} - T_р}{\sqrt{\Sigma\sigma^2_{кр}}} = \frac{88 - 86}{\sqrt{\Sigma(0 + 0 + 0,44 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,25 + 0 + 0,25 + 0 + 0,11)}} = 1,95.$$

Для определения вероятности завершения комплекса работ в заданный директивный срок используют значения функции распределения $P(x)$. Результаты расчета представлены в табл. 8.

Используя таблицу значений функции нормального распределения и метод интерполяции, определяем вероятность выполнения всего комплекса работ в заданный директивный срок:

$$P(x) = 0,964 + (1,95 - 1,8)\frac{0,977 - 0,964}{2 - 1,8} =$$

$$= 0,964 + 0,15 \cdot 0,065 = 0,97.$$

Таблица 7

Определение временных оценок работ

№ работы	t_{min}	$t_{нв}$	t_{max}	Ожидаемая продолжительность, $t_{ож}$	Дисперсия, σ^2
1,2	3	3	3	3	0
2,3	1,5	1,5	1,5	1,5	0
2,4	1,5	1,5	1,5	1,5	0
3,5	10	11	14	11,333	0,44
3,10	32	34	37	34,167	0,69
4,12	4	4	4	4,	0
4,19	4,5	4,5	4,5	4,5	0
5,6	1	1	1	1	0
6,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0
7,8	1	1	1	1	0
8,9	12	13	15	13,167	0,25
9,16	2	2	2	2	0
10,11	3	3	3	3	0
11,24	34	34	34	34	0
12,13	3	3	5	3,333	0,11
13,14	2	2	2	2	0
13,15	5	5	5	5	0
14,24	11	13	16	13,167	0,69
15,20	17	17	17	17	0
16,17	20	21	23	21,167	0,25
17,18	2	2	2	2	0
18,24	29	30	31	30	0,11
19,21	3	3	3	3	0
20,23	2	2	2	2	0
21,22	1	2	4	2,167	0,25
22,24	2	2	2	2	0
23,24	1	1	1	1	0

Таблица 8

Значения вероятностей в зависимости от аргумента нормальной функции распределения

x	$P(x)$	x	$P(x)$	x	$P(x)$	x	$P(x)$
0	0,5	1,6	0,945	−3,0	0,0013	−1,4	0,0808
0,2	0,579	1,8	0,964	−2,8	0,0026	−1,2	0,1151
0,4	0,656	2,0	0,977	−2,6	0,0047	−1,0	0,1587
0,6	0,726	2,2	0,986	−2,4	0,0082	−0,8	0,2119
0,8	0,788	2,4	0,992	−2,2	0,0139	−0,6	0,2743
1,0	0,841	2,6	0,995	−2,0	0,0228	−0,4	0,3446
1,2	0,885	2,8	0,997	−1,8	0,0352	−0,2	0,4207
1,4	0,919	3,0	0,999	−1,6	0,0548	0	0,5

Таким образом, на основании проведенных расчетов комплекс работ будет выполнен в заданный директивный срок ($T_{дир}$ = 88 дней) с вероятностью 97 %.

Выводы

Проведенное исследование продемонстрировало возможности методов сетевого планирования для определения оптимального маршрута доставки. Однако важно помнить, что условия на рынке транспортных услуг постоянно меняются и эффективность различных вариантов доставки грузов может меняться с течением времени на данном маршруте. Поэтому во избежание кризисной ситуации целесообразно предусмотреть альтернативные схемы доставки, для чего сформировать собственную базу доставки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Абрамова И. Г.** Управление проектом на основе сетевых моделей: методические указания. — Самара, 2007. — 58 с.
2. **Болтова Я. С.** Моделирование транспортного процесса // Современные наукоемкие технологии. — 2013. — № 10 — 2. — С. 203—206.
3. **Денисов И. В.** Оптимизационное моделирование производственных процессов на предприятиях автомобильного транспорта: методические указания к лабораторным работам. — Владимир, 2012. — 72 с.
4. **Кудрявцев Е. М.** Microsoft Project. Методы сетевого планирования и управления проектом. Москва, 2005. — 240 с.
5. **Лукинский В. С.** Модели и методы теории логистики: учебное пособие. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2008. — 448 с.
6. **Мороз Д. Г., Просов С. Н.** Методические рекомендации по планированию перевозок мелкопартионных грузов с множеством конечных пунктов маршрутной сети // Автоматизация и управление в технических системах. — 2014. — № 1.2 (9). — С. 103—110.
7. **Мороз Д. Г., Просов С. Н.** Декомпозиционная модель маршрутизации перевозок грузов мелкими партиями с учетом мест хранения подвижного состава // Автотранспортное предприятие. — 2014. — № 5. — С. 47—49.
8. **Метод критического пути** // URL: http://fb.ru/article/277323/kriticheskogo-puti-metod-put-kriticheskiy-chto-eto.
9. **Рахмангулов А. Н.** Методы оптимизации транспортных процессов: учеб. пособие. — Магнитогорск, 1999. — 114 с.
10. **Сетевое планирование** // URL: http://www.inventech.ru/lib/glossary/netplan/.

ПРАКТИКА

УДК 656.13.08:65.012.12
Н. В. Щеголева, канд. техн. наук, доцент, СГТУ имени Гагарина Ю. А.,
А. В. Кочетков, д-р техн. наук, профессор, **В. В. Задворнов,** аспирант,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
И. Г. Шашков, канд. техн. наук, **В. А. Кочетков,** ст. преподаватель, Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, г. Воронеж,
И. А. Чижиков, канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
E-mail: soni.81@mail.ru

ВОЗМЕЩЕНИЕ УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ ТЯЖЕЛОВЕСНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Проведен анализ практики рассмотрения дел о возмещении ущерба, причиненного автомобильным дорогам транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов. Анализ судебной практики позволяет прийти к выводу о высоком проценте удовлетворения исков. Это обусловлено тем, что нормативно определены порядок проведения процедур, связанных с выявлением факта нарушения, порядок исчисления размера компенсации. В связи с этим наибольший интерес вызывают дела, по которым в удовлетворении иска отказано. Анализ указанных дел позволяет выявить наиболее актуальные проблемные вопросы, основания отказа в иске. Анализ практики рассмотрения дел анализируемой категории позволяет указать на выявленные тенденции: большинство исков удовлетворяются, количество отказов в удовлетворении иска незначительно. Большинство выявленных ошибок носит индивидуальный характер. Судебная практика по России единообразна, что следует из отсутствия Постановлений Президиума Верховного арбитражного суда России по данной категории дел.

Ключевые слова: *правоприменение, ограничение, движение, безопасность, технический регламент, Таможенный союз, автомобильные дороги, тяжеловесные транспортные средства, риск, плата, штраф, проезд, возмещение.*

The analysis of the practice of consideration of cases on compensation for damage caused to roads by vehicles carrying out transportation of heavy goods. The analysis of judicial practice allows to come to a conclusion about a high percentage of satisfaction of claims. It seems that this is due to the fact that the procedure for the procedures related to the identification of the fact of violation, the procedure for calculating the amount of compensation are normatively defined. In this regard, the cases in which the claim is denied are of the greatest interest. Analysis of these cases allows to identify the most pressing issues, the grounds for refusal of the claim. The analysis of the practice of consideration of cases of the analyzed category allows to point to the revealed trends: most claims are satisfied, the number of refusals in satisfaction of the claim is insignificant. Most of the detected errors are individual. Judicial practice in Russia is uniform, which follows from the lack of decisions of the Presidium of the Supreme arbitration court of Russia in this category of cases.

Keywords: *law enforcement, restriction, traffic, security, technical regulations, Customs Union, roads, heavy vehicles, risk, fee, fine, travel, compensation.*

Согласно правовой позиции Конституционного Суда Российской Федерации, изложенной в Постановлении от 17.07.1998 № 22-П, плата за провоз тяжеловесных грузов по федеральным автомобильным дорогам носит компенсационный характер и имеет целевую направленность: она предназначена для возмещения особых расходов публичной власти по содержанию, ремонту, реконструкции и строительству федеральных автомобильных дорог.

В настоящей статье проведен анализ практики рассмотрения дел о возмещении ущерба, причиненного автомобильным дорогам транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов. Анализ судебной практики позволяет прийти к выводу о высоком проценте

удовлетворения исков. Это обусловлено тем, что нормативно определены порядок проведения процедур, связанных с выявлением факта нарушения, порядок исчисления размера компенсации.

В связи с этим наибольший интерес вызывают дела, по которым в удовлетворении иска отказано. Анализ указанных дел позволяет выявить наиболее актуальные проблемные вопросы, основания отказа в иске.

Истечение срока исковой давности, о применении последствий которого заявлено ответчиком (А43-15711/2013, А43-14197/2013, А28-7182/2013, А28-5692/2013, А28-4293/2013, А51-26509/2013).

В соответствии с п. 3 Правил возмещения вреда, причиняемого транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.11.2009 № 934, порядок взаимодействия органов и лиц по вопросам расчета, начисления и взимания платы в счет возмещения вреда устанавливается Минтрансом России.

С учетом того, что между заинтересованными лицами должно быть налажено разумное взаимодействие, момент составления акта весового контроля является моментом возникновения права требовать компенсации ущерба, именно с него исчисляется срок исковой давности.

Так, по делу № А43-15711/2013 изначально иск предъявлен собственнику транспортного средства. Вместе с тем его эксплуатация осуществлялась на основании договора аренды другим лицом.

В пункте 15 Постановления Пленумов ВС РФ и ВАС РФ № 15/18 "О некоторых вопросах, связанных с применением норм Гражданского кодекса Российской Федерации об исковой давности" разъяснено, что в соответствии со ст. 203 ГК РФ течение срока исковой давности по требованию к привлеченному судом другому ответчику или второму ответчику прерывается в день заявления истцом соответствующего ходатайства, а при отсутствии такого ходатайства — с момента его привлечения судом.

Согласно материалам дела истец обратился в суд с ходатайством о привлечении второго ответчика по истечении срока исковой давности.

По делу № А79-4245/2013, рассмотренному в упрощенном порядке, ответчиком заявлено о пропуске срока исковой давности.

Истец приложил к апелляционной жалобе доказательство: письмо Госавтонадзора, согласно которому акт за 25.05.2010 был получен заявителем 04.06.2010 (исковое заявление подано 29.05.2013). Судом апелляционной инстанции довод истца отклонен, поскольку данное письмо не было предметом исследования в суде первой инстанции.

Также основанием отказа в иске является предъявление иска ненадлежащему ответчику: надлежащим ответчиком, эксплуатирующим транспортное средство на основании договора, является законный владелец по договору аренды (А38-2664/2013, А33-10959/2013, А29-1603/2013, А29-1179/2013), договору ссуды (А28-3494/2013-112/1), на основании доверенности на управление транспортным средством (А31-5882/2013).

Правилами возмещения вреда (п. 2) установлено, что вред, причиняемый автомобильным дорогам транспортными средствами, подлежит возмещению владельцами транспортных средств.

Под владельцем транспортного средства понимается собственник транспортного средства, а также лицо, владеющее транспортным средством на праве хозяйственного ведения или праве оперативного управления либо на ином законном основании.

Так, по делу № А28-3494/2013-112/1 истец обратился с иском к собственнику транспортного средства исходя из того, что договор безвозмездного пользования между собственником и обществом на момент проведения весового контроля расторгнут.

Вместе с тем из материалов дела (актов об оказании транспортных услуг, путевого листа, показаний водителя транспортного средства, а также трудового договора с водителем) следует, что владельцем транспортного средства на момент проведения весового контроля являлось общество.

Также нередки случаи, когда истец не представляет необходимых документов в подтверждение владения лицом транспортным средством (А43-15321/2013, А28-4223/2013, А29-3922/2013).

По делу № А43-15321/2013 истец обратился в суд с иском к индивидуальному предпринимателю (управлял транспортным средством), при этом в материалы дела представлено письмо УГИБДД МВД о собственнике транспортного средства (третьем лице). Документов, подтверждающих законные основания владения транспортным средством индивидуальным предпринимателем, управлявшим транспортным средством, в материалы дела не представлено. Факт причинения вреда действиями именно индивидуального предпринимателя не подтвержден, в связи с чем в удовлетворении иска отказано.

По делу № А28-4223/2013 установлено, что ущерб причинен в том числе при перевозке груза прицепом. В таком случае установления факта принадлежности прицепа конкретному лицу недостаточно для взыскания с него ущерба, поскольку сам по себе прицеп является принадлежностью (статья 135 ГК РФ). Невозможно осуществление перевозки на нем самостоятельно, без использования основного транспортного средства (тягача), владелец последнего и является надлежащим ответчиком.

Представляется спорным отказ в удовлетворении иска с указанием на недоказанность принадлежности транспортного средства конкретному лицу исходя из содержания путевого листа. По делам № А28-8633/2013-291/28, А31-4469/2013 исковые требования предъявлены к предпринимателю исходя из того, что в путевом листе проставлены его печать и подпись.

Суд пришел к выводу, что наличие печати на документе само по себе не является доказательством вещного права на имущество. При учете того, что доказательства выбытия транспортных средств из владения собственника и нахождения их в момент перевоза тяжеловесного груза во владении у предпринимателя отсутствуют, в удовлетворении иска отказано.

Часто основанием для отказа в удовлетворении иска по делам данной категории являются допущенные при составлении акта весового контроля существенные недостатки: неуказание в акте сведений о собственнике транспортного средства (А82-16732/2013, А29-4547/2013, А29-3361/2013), неуказание режима взвешивания, отсутствие сведений о примененных в ходе контроля средствах измерений, отсутствие фиксации весовых показателей (А31-6027/2013), отсутствие подписи соответствующего сотрудника ГИБДД, составившего акт (А29-2571/2013).

Отсутствие в акте сведений о собственнике транспортного средства является существенным недостатком данного документа. Поскольку из акта не следует, что он составлялся в отношении конкретного лица и не вручался его представителю, ответчик лишен права оспорить акт в установленном порядке. Так как вред подлежит возмещению не только собственником транспортного средства, но и иными лицами, владеющими транспортными средствами на законных основаниях, представление иных доказательств, позволяющих установить надлежащего ответчика, невозможно.

Также основанием для отказа в удовлетворении иска может явиться непредставление иных доказательств, необходимых для разрешения дела: документов, подтверждающих полномочия инспекторов МУГАДН, составивших акт, документов, подтверждающих категорию автодороги, а также ее допустимую нагрузку (А51-27482/2013, А51-27453/2013).

Наряду с пороками акта весового контроля встречаются пороки проведения процедуры его составления. Так, непроведение контрольного взвешивания при наличии возражений по акту весового контроля со стороны водителя (лица, сопровождающего груз) является существенным нарушением, влекущим отказ в удовлетворении иска (А29-2687/2013).

Следует отметить, что действующий в настоящее время Административный регламент Федеральной службы по надзору в сфере транспорта исполнения государственной функции по осуществлению в установленном порядке весового контроля автотранспортных средств, осуществляющих грузовые перевозки, утвержденный Приказом Минтранса России от 21 июля 2011 г. № 193, не содержит требований о проведении контрольного взвешивания. Тем не менее наличие в акте мотивированного возражения умаляет доказательственную силу акта весового контроля.

Осуществление взвешивания транспортного средства в движении также является существенным пороком процедуры взвешивания (А82-9076/2013, А82-7629/2013, А82-8663/2013).

По делу № А82-9076/2013 установлено, что измерение весовых параметров спорного транспортного средства произведено на весах "ВА-Д-20" № 10-28434, которые предназначены для проведения взвешивания в движении (пункт 1.1 Руководства по эксплуатации весов), т. е. с нарушением требований п. 20 Регламента: на специальной площадке в стационарном режиме.

Наличие противоречий в представленных документах, обосновывающих заявленные требования, также может явиться основанием для отказа в иске.

По делу № А51-18541/2013 в материалы дела представлены акт о превышении транспортным средством, полуприцепом установленных ограничений по общей массе и нагрузке на ось, протокол весового контроля.

Из содержания акта и протокола весового контроля следует, что взвешивание осуществлялось на разных приборах весового учета, при этом протокол весового контроля не содержит сведений о взвешивании полуприцепа. Следовательно, представленные в обоснование иска доказательства

содержат в себе противоречивые сведения об использованном средстве измерения.

Неверный расчет суммы ущерба сам по себе не является основанием для отказа в иске, вместе с тем, иск в таком случае подлежит удовлетворению в части, при этом судебные расходы по делу распределяются пропорционально удовлетворенному иску.

По делу № А51-32291/2013 расчет размера вреда произведен истцом на основании показателя размера вреда в период временных ограничений в связи с неблагоприятными природно-климатическими условиями, а также исходя из оборудования спорного транспортного средства пневматической подвеской, однако временных ограничений не устанавливалось, не была оборудована пневматическая подвеска, — суд самостоятельно рассчитал сумму ущерба, исковые требования удовлетворены частично.

Неверный расчет суммы иска также может быть обусловлен неверным определением протяженности участка автомобильной дороги.

По делу № А79-837/2013 при расчете размера платы в счет возмещения вреда участку автомобильной дороги истец исходил из того, что протяженность участка автомобильной дороги, пройденного транспортным средством, составляет 410 км.

Судом установлено, что г. Курган, откуда выехал грузовой автомобиль, располагается на 260-м километре автомобильной дороги М51 "Байкал", а СПВК-46 расположен на расстоянии 1 километра от г. Кургана по пути следования в г. Канаш Чувашской Республики. Через 1 час 30 минут (после составления акта) была произведена перегрузка части груза на другое транспортное средство. Тем самым общество устранило выявленное нарушение осевых нагрузок.

Следует отметить, что неверный расчет суммы иска не может являться основанием для отказа в иске при доказанности самого факта нарушения (А28-5659/2013). В суд апелляционной инстанции представлен расчет платы в сумме большей, нежели чем заявлено в иске. Расчет проверен и принят судом. С учетом недопустимости увеличения исковых требований в суде апелляционной инстанции решение отменено, требования истца в первоначально заявленной сумме удовлетворены.

Невзирая на кажущуюся простоту дел данной категории, в практике встречаются довольно сложные вопросы, в частности с определением факта перегрузки.

Например, по делу № А79-2797/2013 суд первой инстанции, отказывая истцу в удовлетворении иска и руководствуясь Техническим регламентом о безопасности колесных транспортных средств, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 10.09.2009 № 720, признал доказанным факт превышения владельцем грузового автомобиля предельной осевой нагрузки только на вторую ось, исходя из допустимости эксплуатации транспортного средства с соответствующей нагрузкой.

Апелляционная инстанция с выводами суда не согласилась, поскольку установленные Техническим регламентом нагрузки призваны обеспечивать безопасную эксплуатацию транспортного средства, в то время как установление предельно допустимых осевых нагрузок на каждую ось транспортного средства для определения размера вреда, причиняемого транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов, имеет иную цель — обеспечить безопасную эксплуатацию дорожного покрытия в целях предупреждения его преждевременного разрушения, ввиду чего сопоставление вышеуказанных величин неправомерно.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме.

В другом деле суд первой инстанции, отказывая истцу в удовлетворении иска, пришел к выводу, что фактическая полная масса транспортного средства с грузом составляет 40,472 т (24,792 (масса товара) + 7000 (масса тягача) + 8680 (масса полуприцепа)), что не превышает допустимую общую массу 41 т. По мнению суда апелляционной инстанции, такой вывод является ошибочным: не учтена масса топлива, залитого в топливные баки транспортного средства Freightliner Columbia, необходимого ему и прицепу для движения, между тем объем топливных баков автомобиля данной марки составляет 1050 либо 760 л в зависимости от комплектации. Вес топлива в топливных баках транспортного средства не отражается отдельной графой в акте взвешивания. Также, по мнению суда апелляционной инстанции, является необоснованным вывод суда первой инстанции о том, что дизельное топливо не может быть делимым грузом, как указано в акте в графе "характеристика груза", так как при заполнении дизельного топлива (жидкого продукта) в цистерны разместить по допустимым нагрузкам на оси невозможно.

Цистерна (НефАЗ-96891-10) имеет три разделительных отсека, каждый отсек оборудован горловиной с наливным люком. Таким образом имеется техническая возможность распределить жидкий груз по осям, чтобы не превысить допустимые нагрузки, поскольку груз в каждый отсек заполняется отдельно. Вместе с тем из акта, составленного на пункте весового контроля, следует превышение нагрузки на оси транспортного средства.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме (А69-2125/2013, А69-2126/2013).

Отказывая истцу в удовлетворении иска по делу № А69-3622/2013, суд первой инстанции руководствовался п. 20 Приказа Минтранса Российской Федерации от 12.08.2011 № 211 "Об утверждении Порядка осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам федерального значения и частным автомобильным дорогам", согласно которому временное ограничение движения в весенний период не распространяется на перевозки пищевых продуктов, животных, лекарственных препаратов, топлива (бензин, дизельное топливо, судовое топливо, топливо для реактивных двигателей, топочный мазут, газообразное топливо), семенного фонда, удобрений, почты и почтовых грузов.

Вместе с тем, если транспортные средства, относящиеся к указанной категории, осуществляют в период временного ограничения движения перевозки тяжеловесных и (или) крупногабаритных грузов, к ним в любом случае применяются нормы, установленные Правилами возмещения вреда.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме.

Определенные сложности может вызывать правильное определение применимого нормативного правового акта.

Так, отказывая в удовлетворении исковых требований, суд первой инстанции сослался на Положение о порядке компенсации ущерба, наносимого тяжеловесными автотранспортными средствами при проезде по федеральным автомобильным дорогам, утвержденное 30.04.1997 Минтрансом Российской Федерации.

Согласно представленным в материалы дела выпискам из Реестра государственной собственности Красноярского края, а также Перечню автомобильных дорог общего пользования регионального и муниципального значения Красноярского края соответствующие дороги отнесены к дорогам регионального значения. Следовательно, нормы положения о порядке компенсации ущерба в данном случае не подлежат применению.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме (А33-12640/2013).

По другому делу, отказывая в удовлетворении исковых требований, суд первой инстанции сослался на Приказ Минтранса от 24.07.2012 № 258.

Поскольку результаты контроля весовых параметров и расчет причиненного ущерба подтверждается материалами дела и ответчиком по существу не оспаривается, а Приказ Минтранса России от 24.07.2012 № 258 не может быть применен к правонарушению, установленному 16.10.2010 (до принятия Приказа), решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме (А28-10361/2013).

Довольно часто основанием для отказа в удовлетворении исковых требований является непредставление путевого листа и товарно-транспортной накладной и, как следствие, невозможность проверки правильности определения маршрута следования транспортного средства.

Указанное обстоятельство не может являться основанием для отказа истцу в иске в случае, если маршрут и протяженность движения транспортных средств зафиксированы в акте весового контроля, подписанном водителем без возражений и замечаний.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме (А28-9975/2013, А29-4378/2013, А29-2069/2013, А29-4109/2013, А29-2160/2013, А29-2889/2013).

Следует отметить, что товарно-транспортная накладная не является необходимым доказательством по делам данной категории.

Так, отказывая в удовлетворении исковых требований, суд первой инстанции в основание для отказа в удовлетворении иска сослался на товарно-транспортные накладные, в которых указан иной владелец груза, нежели перевозчик. Также суд указал на то, что владельцем прицепа является другое лицо. Товарно-транспортная накладная является документом учета движения товарно-материальных ценностей и не является документом, подтверждающим право собственности на автотранспортное средство.

Как уже отмечалось выше, тот факт, что, согласно свидетельству о регистрации, собственником прицепа является иное лицо, не может являться основанием для частичного отказа в иске, так как на момент вменяемого ответчику правонарушения ответчик являлся владельцем тягача, посредством которого осуществлена перевозка прицепа, ответчика следует признать владельцем указанного прицепа.

Решение отменено, иск удовлетворен в полном объеме (А82-4336/2013).

Иногда незначительное превышение массы списывается на допустимую погрешность. Отказывая в удовлетворении исковых требований, суд первой инстанции сослался на то, что в актах контроля весовых параметров транспортного средства не зафиксировано превышение полной массы, а превышение осевых нагрузок установлено только по второй оси, при этом не учтена погрешность весов, на которых производилось взвешивание, не проведено контрольное взвешивание.

Вместе с тем при взвешивании погрешность не учитывается, необходимость контрольного взвешивания нормативно не установлена.

На дискуссионные вопросы обращается внимание и в теории. Так, Ю. Канцер отмечает, что

с учетом п. 1 Постановления № 1079, по смыслу п. 2.1.1.2 Порядка в отношении российских перевозчиков, участвующих в перевозке грузов по территории Российской Федерации, осуществляется взвешивание транспортных средств лишь на стационарных контрольных пунктах. Правовые основания для весового контроля автомобиля на передвижном пункте в настоящее время отсутствуют.

Однако, согласно позиции ВАС РФ, изложенной в Определении от 24.08.2012 № ВАС-10547/12, Федеральный закон о безопасности дорожного движения не предусматривает, какие посты (стационарные или передвижные) могут использоваться соответствующими органами в целях выполнения возложенных на них задач. Из Закона не следует и то, что Правительству Российской Федерации поручалось установить, каким способом может производиться весовой контроль транспортных средств. Вопрос о том, каким способом собственник дороги имеет право осуществлять весовой контроль в целях сохранения своей собственности, Постановлением Правительства Российской Федерации от 22.09.1999 № 1079 не регулируется. Указанное Постановление не содержит запрета на использование передвижных постов весового контроля. Отсутствует соответствующий запрет и в действующем Регламенте.

Выводы

1. Анализ практики рассмотрения дел анализируемой категории позволяет указать на выявленные тенденции: большинство исков удовлетворяются, количество отказов в удовлетворении иска незначительно. Большинство выявленных ошибок носит индивидуальный характер. Судебная практика по России единообразна, что следует из отсутствия Постановлений Президиума ВАС РФ по данной категории дел.

2. Структурными подразделениями Федерального дорожного агентства успешно выполняется возложенная на агентство задача по обеспечению возмещения расходов публичной власти по содержанию, ремонту, реконструкции и строительству федеральных автомобильных дорог.

3. Проведен анализ сводного отчета о проведении оценки регулирующего воздействия проекта ведомственного приказа "О введении временных ограничений движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования федерального значения в 2014 году".

4. Решение проблемы предложенным способом регулирования, а также описание методов контроля эффективности избранного способа достижения целей регулирования не основано на оценке рисков негативных последствий и степени контроля рисков.

5. При анализе правоприменительной практики по показателю наличия нормативных правовых актов, необходимость принятия которых предусмотрена актами большей юридической силы (подпункт "б" пункта 8 методики), установлено, что до настоящего времени не реализовано положение Федерального закона № 196-ФЗ и положение постановления Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806 "О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении в некоторые акты Правительства Российской Федерации".

6. В транспортном комплексе РФ отсутствует практика правоприменения взимания штрафов за проезд большегрузов и крупногабаритов, вызывающих резкое увеличение риска совершения дорожно-транспортных происшествий. Взимание этой платы (штрафов) может стать компенсацией ущерба от снятия ограничения движения тяжеловесных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования федерального значения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Автомобильные дороги**. Обеспечение сохранности автомобильных дорог. Тематическая подборка. 2007-07-05 Федеральное дорожное агентство.
2. **Интернет-ресурс** http://www.studfiles.ru/preview/2092314.
3. **Интернет-ресурс** http://inf-remont.ru/road/roa237.
4. **Интернет-ресурс** https://deloros.ru/rosavtodor-prosyat-smyagchit-ogranicheniya-na-proezd-gruzovikov-vo-vremya-vesenej-rasputicy.html.
5. **Интернет-ресурс** https://www.cargo.chat/blog/sezonnoe-zakrytie-dorog.
6. **Интернет-ресурс** http://www.studfiles.ru/preview/2092314.
7. **Интернет-ресурс** http://inf-remont.ru/road/roa237.
8. **Performance of Montana** Highway Pavements Duritg Spring Thaw. FHWA/MT-02-006/8155.
9. **Seasonal Load** Restrictions it Canada atd aroutnd the world. Canadiat strategic highway research program. Sept. 2000.
10. **Cost/Benefit Study** of Spring Load Restrictions. Mn-RC 2005-15. University of Minnesota. May, 2005.
11. **Managing spring** thaw weakening on low volume roads. ROADEX II Northern Periphery. April 2005.
12. **Интернет-ресурс** http://www.ektotrans.ru/News/67-belarus-ogranichila-dvizhenie-gruzovikov-po-svoim-dorogam.
13. **Интернет-ресурс.** http://rs-com.ru/116-voditeli-gruzovyh-avtomobiley-vyskazali-nedovolstva-po-povodu-ogranicheniy-na-dorogah-kryma.html.

УДК 629.1
Н. Е. Курносов, д-р техн. наук, профессор, **К. В. Лебединский,** канд. техн. наук, доцент, **В. В. Салмин,** д-р техн. наук, профессор, **А. В. Морев,** студент, Пензенский государственный университет (ПГУ), г. Пенза
E-mail: lkv_mail@rambler.ru

КОНСТРУКЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПОДКАПОТНОГО ПРОСТРАНСТВА АВТОМОБИЛЯ

С целью обеспечения безопасности водителя и пассажиров автотранспортного средства и минимизации повреждения узлов автомобиля предложена конструкция системы пожаротушения автомобиля. Рассмотрены существующие аналогичные решения для тушения огня в подкапотном пространстве автомобиля, выявлены их недостатки. В результате устранения недостатков известных способов и устройств предложена конструкция устройства для пожаротушения подкапотного пространства автомобиля, реализующая автоматическую пенно-распылительную технологию при использовании в качестве рабочей среды смесь жидкости из штатной системы охлаждения двигателя, антипиренов и пенообразователя. При этом повышает надежность и эффективность системы пожаротушения автомобиля, упрощается конструктивное исполнение и повышается ее быстродействие.

Ключевые слова: *конструкция, автомобиль, устройство пожаротушения, подкапотное пространство.*

In order to ensure the safety of the driver and passengers of the vehicle and minimize damage to vehicle components, the design of a vehicle fire extinguishing system has been proposed. Existing similar solutions for extinguishing the fire in the engine compartment of the car are considered, their shortcomings are revealed. Existing similar solutions for extinguishing the fire in the engine compartment of the car are considered, their shortcomings are revealed. As a result of eliminating the drawbacks of the known methods and devices, the design of a device for extinguishing the engine compartment of an automobile is proposed, which implements automatic foam-spray technology when using the mixture of liquid from the standard engine cooling system, flame retardants and foaming agent as the working medium. At the same time, the reliability and efficiency of the car fire extinguishing system is increased, the design performance is simplified and its speed is increased.

Keywords: *construction, car, fire extinguishing device, engine compartment.*

На сегодняшний день существует проблема возгорания автомобилей. Очагом пожара транспортных средств в основном служит подкапотное пространство.

Известно, что пожары автомобилей возникают от внешних и внутренних источников зажигания, что зачастую невозможно спрогнозировать [1].

Наиболее частыми причинами пожаров автомобилей являются неисправности топливной и электрической систем, человеческий фактор. Реже возникают пожары вследствие нарушения герметичности элементов гидравлического оборудования и выпускной системы автомобиля.

Согласно [2] за 2017 г. произошло 17 521 возгорание транспортных средств, в результате которых 127 человек погибло и 337 получило травмы.

На данный момент существуют разнообразные решения по данной проблеме. Однако все они имеют существенные недостатки, которые не позволяют своевременно обнаружить и быстро обезопасить водителя и пассажиров транспортных средств от возможных очагов возгорания.

Существующие конструкции огнетушителей зачастую не позволяют локализовать очаг возгорания по ряду весомых факторов, таких как задержка применения, складывающейся из необходимости достать огнетушитель, открыть капот автомобиля, подготовить огнетушитель к работе и, наконец, его использовать, причем емкость применяемых огнетушителей для автомобилей в основном достаточна для тушения только минимальных возгораний.

Для минимизации времени между обнаружением и локализацией возгорания подкапотного пространства автомобиля требуется штатное автоматическое оборудование, которое позволяет его использовать без участия человека.

Имеется достаточно много технических решений для автоматического пожаротушения, использующих различные способы. Например, капсулы с нанопорошком [3], использование инертных газов (бромхладона [4]), установка пенных, порошковых или углекислотных огнетушителей [5], использование пневматических распылителей, где в качестве огнетушащей среды используется охлаждающая жидкость из двигателя, а газ для работы распылителя хранится в баллонах, установленных в автомобиле [6].

Существующие устройства имеют главные существенные недостатки — стоимость и требования к установке дополнительных массивных элементов в моторном отсеке автомобиля.

Для устранения данных недостатков, а также для повышения надежности и эффективности системы пожаротушения автомобиля, упрощение ее конструктивного исполнения, обеспечения безопасности водителя и пассажиров автотранспортного средства и минимизации постповреждениий узлов автомобиля при пожаре в подкапотном пространстве предлагается новая конструкция устройства.

Предложенное устройство пожаротушения автомобиля содержит как минимум один пневматический распылитель, который является распыляющим устройством и имеет камеру смешения и пирозарядную капсулу, связанную с распылителем жидкости для обеспечения работы распылителя. При этом в качестве огнетушащего вещества используют смесь охлаждающей жидкости, антипиренов и пенообразователя. Подачу охлаждающей жидкости, антипиренов и пенообразователя в распылитель открывает электромагнитный клапан.

Безопасность водителя и пассажиров достигается путем установки автономного извещателя, который связан с датчиками дыма и пламени, реагирующими на задымление подкапотного пространства и наличия открытого огня. Обеспечение электробезопасности достигается благодаря снабжению электрической цепи автоматическим предохранителем, размыкающим основную электрическую цепь автомобиля.

Минимизация повреждений узлов автомобиля обусловлена быстрым реагированием на возникающий очаг пожара.

На рисунке представлена схема устройства с гидравлическими и электрическими связями. Оно было разработано и практически проверено в условиях лаборатории "Вихревые процессы и технологии" Пензенского государственного университета.

Устройство содержит как минимум один пневматический распылитель *1* с установленной на него пирозарядной капсулой *2*, гидравлически связанный через электромагнитный клапан *3* с системой охлаждения двигателя *4* и резервуарами для хранения антипиренов *5* и пенообразователя *6*, а пирозарядная капсула *2* электрически связана с автоматическим предохранителем *7*, автономным извещателем *8*, датчиками дыма и пламени *9*, электромагнитным клапаном *3* и основной электрической цепью автомобиля *10*.

При срабатывании датчиков дыма или пламени, реагирующих на возникающий очаг возгорания, подается импульс на автономный извещатель *8*, автоматический предохранитель *7,* пирозарядную капсулу *2* и электромагнитный клапан *3*. При этом автономный извещатель *8* воспроизводит звуковой сигнал, который оповещает водителя и пассажиров о возникшей угрозе. Автоматический предохранитель *7* обесточивает электрические цепи автомобиля, открывается электромагнитный клапан *3* и срабатывает пирозарядная капсула *2*. При срабатывании пирозарядной капсулы *2* выделяющийся под давлением газ подается в пневматический распылитель *1,* а затем выходит из распылителя через кольцевой канал. Согласно закону Бернулли в потоке газа создается зона пониженного давления и происходит одновременное эжектирование по гидравлическим каналам охлаждающей жидкости, антипиренов

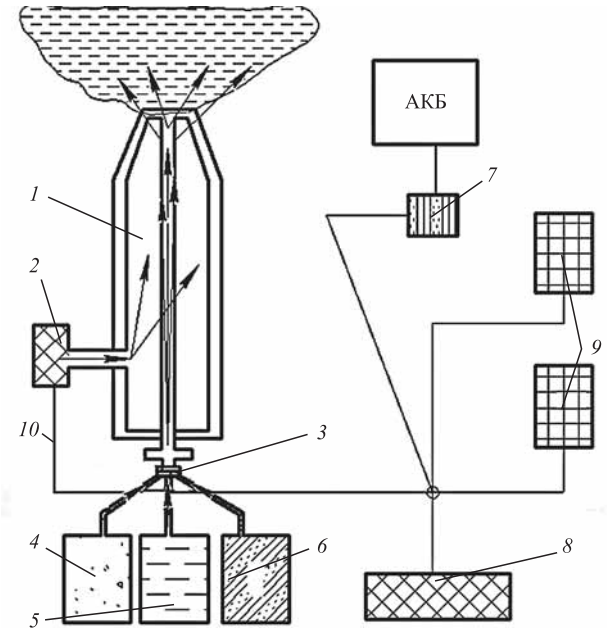

Схема устройства для пожаротушения подкапотного пространства автомобиля

и пенообразователя, происходит смешение газа и жидкостей. Созданная смесь распыляется в виде факела пенного аэрозоля на очаг пожара.

Предложенное устройство повышает надежность и эффективность системы пожаротушения автомобиля за счет использования безотказных элементов и пенно-распылительную технологию пожаротушения, упрощает конструктивное исполнение за счет минимизации составных частей и использовании штатных систем электроснабжения и охлаждения двигателя, позволяет обеспечить безопасность водителя и пассажиров автотранспортного средства и минимизировать повреждения узлов автомобиля за счет ее быстродействия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Исхаков Х. И., Пахомов А. В., Каминский Я. Н.** Пожарная безопасность автомобиля. — М.: Транспорт, 1987. 6 с.
2. **Статистические данные** о пожарах в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. http://wiki-fire.org.
3. **Патент RU 2633955 A62C 3/00.** Устройство автоматической локальной пожарной защиты и способ разрушения оболочки капсулы с нанопорошком. Патентообладатель ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Заявка: 2016124892, 21.06.2016. Опубликовано: 19.10.2017.
4. **Патент SU 1544446 A62C 3/07, 35/00.** Устройство для пожарной защиты моторного отсека автомобиля. Патентообладатель Севриков В. В., Александров В. Е., Касьянов Н. А., Стратилатов В. В., Куценко В. И., Фастов А. Д. Заявка: 4240987, 05.05.1987. Опубликовано: 23.02.1990.
5. **Патент RU 167997 A62C 3/07.** Устройство пожаротушения моторного отсека транспортного средства. Патентообладатель Степанов В. С. Заявка: 2016109684, 17.03.2016. Опубликовано: 16.01.2017.
6. **Патент RU 2031672. A62C 27/00.** Установка пожаротушения. Патентообладатель Быстров Ю. В., Смирнов В. И. Заявка: 4935266/12, 07.05.1991. Опубликовано: 27.03.1995.

Первый JCB Hydradig 110W поставлен в Россию

В поселке Елино Солнечногорского района прошел ежегодный день открытых дверей компании "ЛОНМАДИ", в ходе которого официальный дилер техники JCB впервые представил клиентам инновационный экскаватор.

На мероприятии присутствовали более 500 гостей, в числе которых были генеральный директор JCB в России Андрей Соловьев, а также представители британского офиса компании.

В центре внимания оказался впервые поставленный в Россию экскаватор JCB Hydradig 110W. Инновационная машина уже вызвала большой интерес у российских потребителей. Благодаря применению целого ряда передовых решений экскаватор демонстрирует высокие показатели по всем ключевым параметрам. Так, размещение компонентов силовой установки и трансмиссии внутри колесного шасси, а не на поворотной платформе машины обеспечило прекрасную обзорность оператору, который может видеть все четыре колеса из кабины, оборудованной панорамными окнами, а также облегчило доступ к двигателю. А понижение центра тяжести экскаватора способствовало значительному повышению устойчивости и мобильности JCB Hydradig, способного развивать скорость до 40 км/ч.

Компактная и производительная машина незаменима на небольших площадках. Благодаря широкому спектру навесного оборудования, помимо землеройных работ, подъема и погрузки материала, машина справляется с самыми разными задачами, возникающими в ходе городского строительства, эксплуатации автомобильных дорог и обслуживания дорожного хозяйства.

"Мы рады представить российским заказчикам эту уникальную для отечественного рынка машину именно в рамках открытого дня "ЛОНМАДИ". Мероприятие позволило нам собрать большое количество наших клиентов, ради которых мы работаем и для которых была создана эта машина, — прокомментировал Андрей Соловьев, генеральный директор JCB в России. — "ЛОНМАДИ" является нашим дилером уже более 20 лет, и вместе мы уверенно шагаем в будущее. Компания JCB, как производитель, ответственна за концепцию машины и за внедренные в ходе ее производства инновации. Компания "ЛОНМАДИ", будучи нашим дилером, не только гарантирует продажу и передачу экскаватора заказчику, но и обеспечивает высокий уровень послепродажного обслуживания".

УДК 656.135+004.942
А. Н. Якубович, д-р техн. наук, **И. А. Якубович,** д-р техн. наук, МАДИ
E-mail yakubovich_irina@mail.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО АДАПТАЦИИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ КРИОЛИТОЗОНЫ РОССИИ К ПРОГНОЗИРУЕМЫМ КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

Приведены результаты моделирования температурного состояния типичного грунтового массива, включающего автодорожный профиль и грунт основания, с учетом функционирования сезонно-охлаждающих устройств (СОУ) в период температур воздуха ниже –5 °С. Показано, что наряду с ускоренным формированием в зимний период ядра холода под поверхностью автодороги, летом происходит также ускоренное тепловое разрушение этого ядра, что к моменту наибольшего оттаивания грунта приводит к температурной картине, достаточно слабо отличающейся от отсутствия СОУ. Получены количественные оценки эффективности СОУ, используемых для сохранения функциональности автодорог криолитозоны при прогнозируемом потеплении климата, для различных вариантов предполагаемых климатических изменений, грунтовых и климатических условий на территориях криолитозоны России. Выявлено, что максимальная эффективность СОУ достигается при потеплении (в сочетании с повышением температурной контрастности) до +2 °С, когда с их помощью возможно повышение функциональности автодорожной сети на 30—40 %. При более значительных темпах потепления (+3 °С и выше) прогнозируется снижение до нуля функциональности автодорог с основанием из влажных глинистых грунтов, в сочетании с неэффективностью использования СОУ. В целом, эффективность СОУ в отношении автодорожного профиля прогнозируется более низкой, чем в отношении иных объектов транспортной инфраструктуры, обладающих заглубленными фундаментами.

Ключевые слова: *автодорожная сеть, криолитозона, изменение климата, сезонно-охлаждающие устройства.*

The results of modeling the temperature state of a typical soil mass, including the road profile and the ground base, taking into account the functioning of the seasonal cooling devices (SCD) in the period of air temperatures below –5 °C. It is shown that along with the accelerated formation of the cold core under the road surface in the winter, in the summer there is also accelerated thermal destruction of this core, which by the time of the greatest thawing of the soil leads to a temperature pattern that is quite slightly different from the lack of SCD. The quantitative estimates of the efficiency of SCD used to preserve the functionality of the roads of the cryolithozone in the predicted climate warming, for different variants of the expected climate change, soil and climatic conditions in the territories of the cryolithozone of Russia. It was found that the maximum efficiency of SCD is achieved by warming (in combination with an increase in temperature contrast) to +2 °C, when they can be used to increase the functionality of the road network by 30—40 %. At higher rates of warming (+3 °C and above), the functionality of roads with a base of wet clay soils, combined with inefficient use of SCD, is projected to decrease to zero. In General, the efficiency of the SCD in relation to the road profile is projected to be lower than in relation to other transport infrastructure facilities with buried foundations.

Keywords: *road network, permafrost, climate change, seasonal cooling devices.*

Введение

Автодорожная сеть, расположенная на территориях распространения вечномерзлых и многолетнемерзлых грунтов, отличается повышенной уязвимостью к наблюдаемым и прогнозируемым изменениям климата. Систематическое повышение температуры воздуха приводит к сверхнормативному оттаиванию грунта в основаниях автодорог криолитозоны и его осадке под нагрузкой от собственного веса дорожного профиля и, в решающей степени, от движущихся грузовых автотранспортных средств. Возникающие, как следствие, многочисленные хаотические повреждения дорожного полотна требуют для своего устранения дополнительных затрат и ресурсов. Как показано в [1], при повышении температуры воздуха на +2 °С вызывает увеличение затрат, в зависимости от климатических и грунтовых условий, в 2,5—5 раз по сравнению с эксплуатацией автодороги в условиях базового климата, принятого при ее проектировании и строительстве. Несвоевременное устранение таких повреждений прогнозируемо вызовет снижение функциональности автодорожной сети, которое количественно оценено в [2]; при повышении температуры в диапазоне от +2 до +3 °С ожидается практически полная невозможность эксплуатации дорожных сегментов, расположенных на влажных глинистых грунтах, и снижение функциональности на 40—60 % для сегментов, основание которых образовано песчаным грунтом.

Столь значимые негативные последствия для автодорожной сети криолитозоны, являющейся важным и часто безальтернативным средством перемещения людей и грузов по обширным северным территориям, должны быть своевременно нивелированы комплексом инженерно-технических мероприятий. Одним из видов таких мероприятий, требующих минимального воздействия на существующий дорожный профиль, является установка сезонно-охлаждающих устройств (СОУ), иначе называемых термостабилизаторами [3, 4]. Их использование позволяет защитить температурный режим вечномерзлого грунта от влияния потепления воздуха [5], что ограничивает или полностью устраняет дополнительное оттаивание и осадку грунта.

Принцип работы всех видов СОУ одинаков. Каждый из них состоит из герметичной трубы, в которой находится теплоноситель — хладагент: углекислота, аммиак и др. Труба состоит из двух секций. Одна секция размещается в земле и называется испарителем. Вторая, радиаторная секция трубы, расположена на поверхности. Когда температура окружающей среды опускается ниже температуры земли, где залегает испаритель, пары хладагента начинают конденсироваться в радиаторной секции. В результате снижается давление, и хладагент в испарительной части начинает вскипать и испаряться. Этот процесс сопровождается переносом тепла из испарительной части в радиаторную.

Таким образом, основным принципом работу всех СОУ является отвод тепла из грунтового массива (его замораживание или промораживание). Работают СОУ за счет отрицательных температур атмосферного воздуха в зимнее время и не требуют энергетических затрат в процессе эксплуатации. В основном используются парожидкостные сезонно-охлаждающие устройства с хладагентами фреон 12 и аммиак. При относительно небольших конструкциях СОУ могут обеспечивать достаточно большой эффект промораживания грунта.

В то же время для обеспечения эффективной защиты температурного режима грунта в основании автодороги необходимо обеспечивать соответствие между предельно возможным охлаждением, зависящим от конструктивных параметров СОУ, и ожидаемой дополнительной тепловой нагрузкой [6]. Для этого необходимо выполнять моделирование температурной динамики грунтового массива, включающего дорожный профиль и грунт основания, на протяжении нескольких последовательных лет; алгоритмы такого моделирования приведены, в частности, в [7, 8]. Учет вероятностных факторов при моделировании показан в [9, 10].

Результаты численного моделирования температурного режима грунтов при использовании СОУ

Как показано в [1, 2], автодороги с основанием из глинистого влажного грунта наиболее уязвимы к климатическим изменениям и в первую очередь нуждаются в защите температурного режима грунта. Результаты моделирования эффекта дополнительного промораживания грунта, создаваемого двумя СОУ, симметрично расположенными относительно оси дорожного профиля, приведены на рис. 1. Хорошо видно, что с понижением температуры воздуха ниже −5 °С начинается вынос тепла из грунта и формируется дополнительное ядро холода (рис. 1, *а*); этот процесс продолжается в течение всего периода, когда температура воздуха не превышает −5 °С. Итоговое температурное состояние грунтового массива к моменту прекращения функционирования СОУ можно видеть на рис. 1, *б*, где выделяется накопленная за зимний период подушка холода — заметно более массивная и низкотемпературная, чем при отсутствии СОУ.

С наступлением периода положительных температур подушка холода начинает разрушаться, и остаточный эффект от использования СОУ сокращается. Момент, характеризуемый максимальным, в течение года, оттаиванием грунтового массива, показан на рис. 1, *в*. Именно в это время имеют место максимальные осадки сверхнормативно оттаявшего грунта в основании автодороги и функциональность дорожного сегмента находится на низшем уровне. Различие между использованием и отсутствием СОУ, хотя явно и наблюдается на рис. 1, *в*, но является гораздо менее значимым, чем во время функционирования СОУ (рис. 1, *а* и 1, *б*). Причиной этого является почти полное разрушение в летний период подушки холода, сформированной в зимний период, что существенно снижает эффективность использования СОУ для защиты температурного режима грунтового массива автодорожного профиля.

Подобная же тенденция — интенсивное формирование подушки холода в зимний период и ее в значительной степени разрушение во время положительных температур воздуха — характерна и для других возможных видов грунтов, а также проявляется независимо от климатических особенностей территории. Таким образом, ожидаемая эффективность СОУ в отношении автодорожного профиля ниже, чем при защите от климатических изменений иных объектов транспортной инфраструктуры в криолитозоне (мостовых сооружений, зданий и т. д.), обладающих заглубленными фундаментами, для которых интенсивность фор-

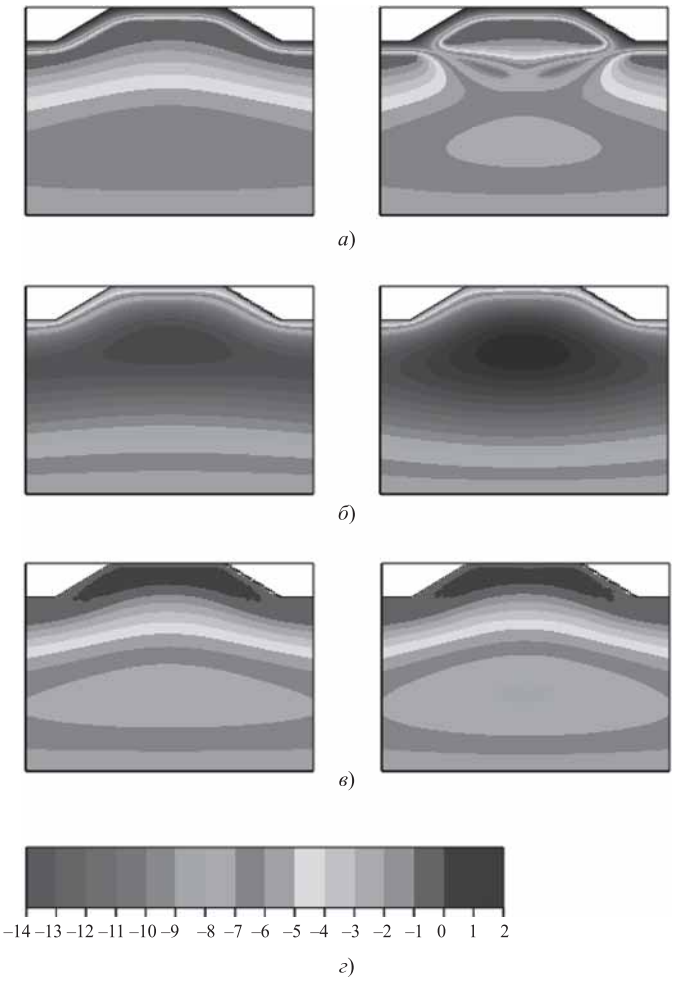

Рис. 1. Влияние СОУ на температурный режим высоковлажного глинистого грунта в климатических условиях Сусумана при потеплении на +3 °С (слева — отсутствие СОУ, справа — наличие СОУ):

а — 1 ноября, *б* — 15 мая, *в* — 15 сентября, *г* — температурная шкала

мирования подушки холода такая же, а интенсивность ее разрушения значительно ниже.

Эффективность использования СОУ в целях снижения климатических рисков в отношении дорожной сети криолитозоны

Количественная оценка влияния СОУ на состояние автодорожной сети была получена как увеличение ее функциональности при применении данных устройств (по сравнению с отсутствием СОУ в изменившихся климатических условиях). Алгоритм определения функциональности, показанный в [2], основывался на моделировании температурного состояния грунтового массива и определении, по результатам моделирования, наибольшей в течение года осадки оттаявшего грунта в основании дороги (при нагрузке на дорожный профиль от грузового автотранспорта 0,6 МПа). Предельная осадка, достижение которой рассматривалось как полное прекращение функционирования дорожного сегмента, принималась равной 10 см.

Сравнительная эффективность использования СОУ, в случае одинакового по всему году возрастанию температуры воздуха, показана на рис. 2 (рассматривались наиболее уязвимые к потеплению влажные глинистые грунты в основании дороги). Общая картина — снижение функциональности дорожной сети с увеличением интенсивности потепления — сохраняется независимо от индивидуальных климатических особенностей территории. В отсутствие СОУ на большинстве рассмотренных территорий потепление на +3 °С уже приводит к полному прекращению функционирования автодорог. Исключением является Якутск, где функциональность формально сохраняется на уровне 8...9 %. В то же время использование СОУ позволяет сохранять функциональность дорожной сети, хотя и на достаточно низком уровне 32...38 %. Особенности климата заметно влияют на величину повышения функциональности, достигаемую с использованием СОУ. Так, при сравнительно небольшом потеплении +1 °С СОУ имеют наибольший эффект в условиях Северо-Енисейского (+17 %) и наименьший — в Якутске (+8 %). При возрастании потепления до +2 °С

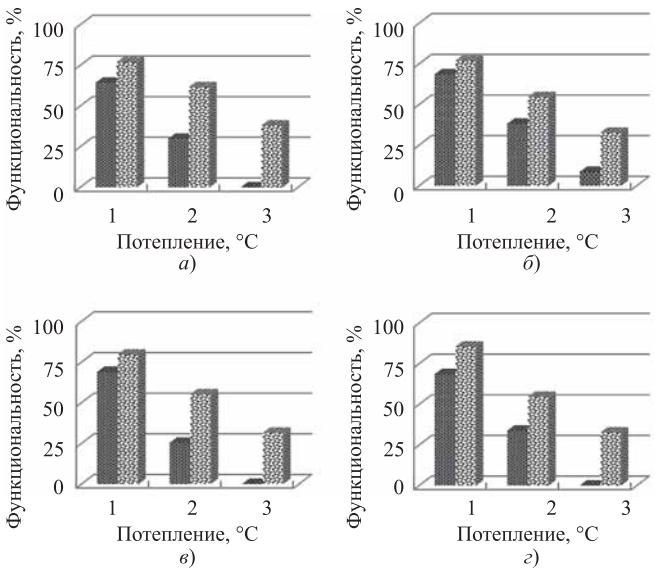

Рис. 2. Влияние использования СОУ на состояние автодорожной сети в условиях потепления климата (слева — функциональность без СОУ, справа — с применением СОУ) при наличии в основании автодороги влажных глинистых грунтов:

а — Сусуман, *б* — Якутск, *в* — Уренгой, *г* — Северо-Енисейский

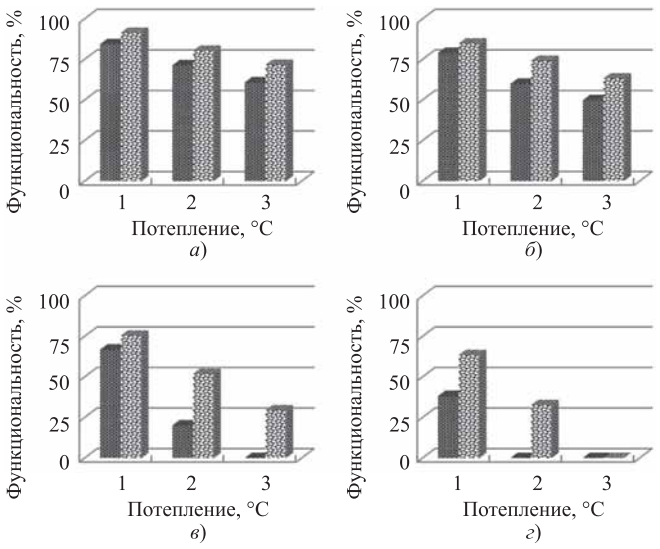

Рис. 3. Влияние использования СОУ в климатических условиях Якутска при одновременном потеплении и повышении температурной контрастности; грунты в основании автодороги:

а — песчаные маловлажные, *б* — песчаные высоковлажные, *в* — глинистые маловлажные, *г* — глинистые высоковлажные

максимальный эффект прогнозируется уже в условиях Сусумана (+32 %), а Якутск остается территорией минимальной эффективности СОУ (+16 %). В целом, при потеплении до +3 °С использование СОУ дает несомненный положительный эффект, который, тем не менее, нельзя считать чересчур значительным: во всех случаях негативное влияние климатических изменений на функциональность дорожной сети криолитозоны несколько смягчается, но ни в одном случае не устраняется полностью (не достигается функциональность 100 %).

Наиболее опасным сценарием климатических изменений для автодорожной сети криолитозоны является, как показано в [1, 2], одновременное сочетание потепления и повышения температурной контрастности. На рис. 3 приведены результаты прогнозных последствий для этого сценария в климатических условиях Якутска. В случае песчаных грунтов в основании дороги (рис. 3, *а* и 3, *б*) прогнозируемое снижение функциональности относительно невелико (только при потеплении на величину +3 °С и высокой влажности грунта она ожидается на уровне менее 50 %). Соответственно и эффект от использования СОУ также не очень значителен (в случае грунтов низкой влажности прирост функциональности не более 11 %, для высоковлажных грунтов — до 14 %).

При глинистых грунтах в основании автодороги, от климатических изменений ожидаются более существенные негативные последствия, которые лишь частично нивелируются СОУ. При высокой влажности грунта и повышении температуры на +3 °С эффект от применения СОУ полностью отсутствует, и функциональность дороги остается нулевой (рис. 3, *г*). Прогнозируемый эффект максимален при потеплении до +2 °С (около 32 % независимо от влажности грунта) после чего дополнительная тепловая нагрузка становится слишком значительной, и эффективность использования СОУ падает. В целом, глинистые грунты отличаются несколько большим повышением функциональности дороги при использовании СОУ, что объясняется их более высокой влажностью. Поскольку теплоемкость воды значительно выше теплоемкости сухого скелета грунта, при повышенной влажности грунта в зимний период формируется более массивное ядро холода, которое

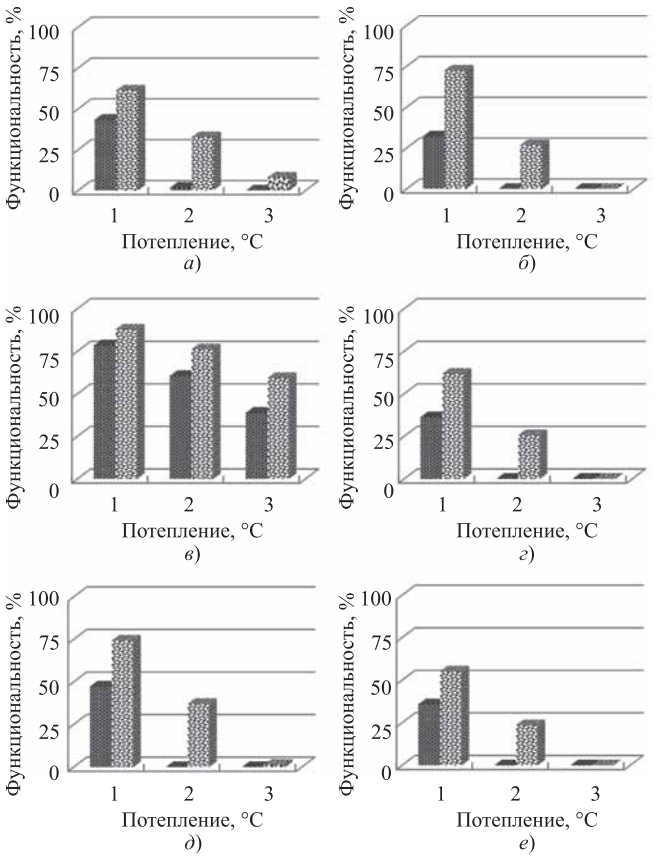

Рис. 4. Влияние использования СОУ при одновременном потеплении и повышении температурной контрастности:

а — Усть-Омчуг, маловлажные глинистые грунты, *б* — Усть-Омчуг, высоковлажные глинистые грунты, *в* — Чара, высоковлажные песчаные грунты, *г* — Чара, высоковлажные глинистые грунты, *д* — Уренгой, маловлажные глинистые грунты, *е* — Уренгой, высоковлажные глинистые грунты

во время положительных температур воздуха разрушается медленнее.

Результаты сравнительной эффективности использования СОУ для различных территориальных условий (климатических и грунтовых) приведены на рис. 4. Подтверждаются общие тенденции, отраженные на рис. 2 и рис. 3, с некоторыми количественными вариациями для показателя эффективности СОУ. При наличии влажных глинистых грунтов ожидаемый эффект от использования СОУ, в зависимости от территориальных особенностей, составляет от 19 до 40 % при потеплении на +1 °С, и 24—27 % при потеплении на +2 °С. Глинистые грунты низкой влажности отличаются пониженным эффектом использования СОУ при потеплении на +1 °С (от 18 % до 27 %), и несколько более высоким — при потеплении на +2 °С (от 31 % до 37 %). Повышение температуры воздуха до +3 °С в глинистых грунтах, как правило, приводит к полной невозможности эксплуатации дорожного сегмента, которая не может быть даже частично восстановлена с помощью СОУ. Песчаные грунты в основании автодороги обусловливают как меньшее снижение функциональности без применения СОУ, так и более скромный эффект от их использования (от 9 % до 20 %).

Выводы

1. Наибольшая эффективность при использовании СОУ для защиты автодорог криолитозоны от климатических изменений прогнозируется при потеплении до +2 °С, когда с их помощью возможно достигнуть восстановления функциональности на 30...40 %. Более высокие темпы потепления (от +3 °С) сопровождаются слишком большой дополнительной тепловой нагрузкой на грунтовый массив в основании дорожного профиля, которая делает использование СОУ неэффективным.

2. Песчаные грунты в основании автодороги обусловливают меньший эффект от применения СОУ по сравнению с глинистыми грунтами. В то же время при потеплении климата снижение функциональности автодорог на песчаных грунтах прогнозируется также меньшим, чем на глинистых, что в большинстве случаев не потребует их защиты с помощью СОУ.

3. Эффективность использования СОУ для автодорожной сети, по сравнению с другими объектами транспортной инфраструктуры, является относительно невысокой. Это объясняется почти полным разрушением в течение летнего периода близко расположенного к поверхности автодороги ядра холода, сформированного СОУ во время отрицательных температур. С учетом наличия у иных объектов транспортной инфраструктуры заглубленных фундаментов, эффективность использования в их отношении СОУ ожидается более высокой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Трофименко Ю. В., Якубович А. Н.** Методика оценки риска утраты функциональности автомобильных дорог на территориях распространения многолетней (вечной) мерзлоты в связи с прогнозируемыми климатическими изменениями // Безопасность в техносфере. — 2016. — № 5. — С. 27—37.
2. **Якубович А. Н., Якубович И. А.** Прогнозирование воздействий грузового автотранспорта на дорожную сеть криолитозоны России в условиях изменения климата // Грузовик. — 2019. — № 2. — С. 33—37.
3. **Александров К. А.** Современные методы проектирования транспортных сооружений в условиях криолитозоны / К. А. Александров, В. А. Егоров // Техническое регулирование в транспортном строительстве. — 2017. — № 4. — С. 1—5.
4. **Галкин М. Л., Рукавишников А. М., Генель Л. С.** Термостабилизация вечномерзлых грунтов // Инновационные методы и устройства. — 2013. — № 7. — С. 2—5.
5. **Формирование температуры** грунтов оснований при использовании сезонно-охлаждающих устройств (СОУ) в условиях криолитозоны Центральной Якутии / В. С. Ефимов, Ф. Е. Попенко, И. И. Рожин и др. // Арктика и Антарктика. — 2017. — № 4. — С. 98—105.
6. **Maximum and minimum** critical thermal loads constraining the operation of thermosyphons with horizontal evaporator tubes (HET) / V. P. Melnikov, G. V. Anikin, A. A. Ishkov and other // Kriosfera Zemli. — 2017. — Vol. XXI, No. 3. — P. 38—44.
7. **Моделирование** температурного режима грунтового основания с сезонно-действующими охлаждающими устройствами / В. М. Ефимов, Ф. Е. Попенко, И. И. Рожин, А. В. Степанов // Геотехника. — 2016. — № 4. — С. 16—23.
8. **Филимонов М. Ю., Ваганова Н. А.** Моделирование термостабилизации грунта при эксплуатации инженерных объектов в условиях арктических и субарктических регионов // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. — 2017. — Т. 1, № 2. — С. 391—401.
9. **Temperature distribution** in soil cooled by an HET thermosyphon system: prediction by stochastic analysis / G. V. Anikin, K. A. Spasennikova, S. N. Plotnikov and other // Kriosfera Zemli. — 2017. — Vol. XXI, No. 4. — P. 19—23.
10. **Якубович А. Н., Якубович И. А.** Эффективный алгоритм численной реализации случайных величин в задачах статистического моделирования надежности технических систем // Интеллект. Инновации. Инвестиции. — 2016. — № 8. — С. 84—89.

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 28.01.2019. Подписано в печать 11.02.2019. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО "Адвансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**