

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Зорина Владимира Александровича на диссертационную работу Грушецкого Станислава Михайловича на тему «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

Актуальность темы исследования

Проблема обеспечения эффективности использования основных производственных фондов и в большей степени их активной части является одной из важнейших в производственной деятельности организаций. Значимость этой проблемы повышается с увеличением уровня механизации работ на объектах строительства, в регионах и в отрасли.

До 80% эффективности использования дорожных машин обеспечивается системой технической эксплуатации техники. Внеплановые простои строительной техники достигают 30% фонда рабочего времени, что является важнейшей причиной низких показателей использования машин. Известно, что затраты на поддержание и восстановление работоспособности строительной техники в процессе эксплуатации превышают в 6...10 раз стоимость проектирования и изготовление машин, что оказывает критическое влияние на эффективность использования машин.

Решение проблемы повышения эффективности использования строительных машин невозможно только путем совершенствования методов оптимизации и рационализации парков, методов и технологий ТО и Р дорожных машин.

Использование научного потенциала в области обеспечения выполнения объёмов работ, через управление возникающей двухсторонней связью взаимодействия строительной техники с производственной средой в конкретных условиях эксплуатации является актуальным и позволяет решить чрезвычайно важную народнохозяйственную проблему.

Рецензируемая работа посвящена созданию новой концепции, направленной на решение стратегически важной задачи государственного уровня: выполнение требуемых объёмов работ на конкретных объектах строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования, что безусловно способствует выполнению указа Президента Российской Федерации от 21.07.2020 №474 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 года» в части создания безопасных и качественных автомобильных дорог и является актуальным.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации автором, соответствует высокому уровню и основывается на решении поставленных задач и на объеме выполненных исследований.

Концепция проведенных исследований состоит из трех иерархических уровней, каждый из которых базируется на предыдущем. При исследованиях применялись математические методы системного анализа и линейного программирования, которые являются достаточно апробированными и легко проверяемыми.

Полученные автором результаты не противоречат ранее проведенным исследованиям других ученых. Результаты исследований неоднократно докладывались автором и обсуждались на многочисленных международных конференциях, опубликованы в рецензируемых изданиях ВАК РФ, а также в журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Sciences.

Название и содержание диссертации соответствуют объекту и предмету исследования. Задачи исследования поставлены корректно. Обозначенные автором положения, выносимые на защиту, раскрываются в диссертации в необходимом объеме.

Достоверность и научная новизна положений, сформулированных в диссертации

Достоверность положений, сформулированных автором и выносимых на защиту, подтверждается апробацией полученных результатов исследования на международных, научно-практических конференциях, семинарах, а также обеспечением внедрения разработок в практическую деятельность.

В тексте диссертации и автореферата отмечено, что основные положения и результаты исследования докладывались, обсуждались и одобрены на следующих основных конференциях: III Всероссийская научно-практическая конференция «Магистерские слушания», 25-26 октября 2018 г.; Межвузовский научный круглый стол «Повышение эффективности применения и безопасности работы транспортно-технологических машин», 15 мая 2019 г.; Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня основания кафедры «Тракторы и автомобили», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 25-26 марта 2021 г.; XVI Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств», Саратовский

государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., 16 апреля 2021 г.; VII международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте», Международная ассоциация автомобильного и дорожного образования (МААДО) Администрация Орловской области Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева г. Орёл, Россия, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва, Россия, Чешский технический университет в Праге, г. Прага, Чехия, Краковский политехнический университет, г. Краков, Польша, 17-20 мая 2021 г.; Международная научно-практическая конференция «автомобиле- и тракторостроение», Белорусский национальный технический университет, 25-28 мая 2021 г.; Международная конференция «Транспортная доступность Арктики: Сети и системы», 2-4 июня 2021 г.; XXX Российско-польско-словацкий семинар «Теоретические основы строительства», 13-18 сентября 2021 г.; XXXVI Национальная (с международным участием) научно-техническая конференция «Улучшение эксплуатационных показателей и технический сервис автомобилей, тракторов и двигателей», посвященная 95-летию со дня рождения ученых СПбГАУ Николаенко Анатолия Владимировича, Буркова Вадима Васильевича, Кряжкова Валентина Митрофановича, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 23-24 марта 2023 г.

Основные результаты диссертации изложены в 76 публикациях, включающих 17 публикаций в изданиях ВАК, 4 публикации в изданиях Scopus и Web of Sciences, 1 монографию, 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и 13 авторских свидетельств на полезные модели.

Общий объем научных работ составляет 50,4 п.л. (авторских 33,9 п.л.).

Публикации достаточно полно раскрывают основные положения диссертационной работы. Материалы исследований прошли широкую апробацию на Всероссийских и Международных конференциях. Полученные автором научные результаты являются новыми.

Научная новизна положений, сформулированных в диссертации:

1. Первое положение. Автором были получены зависимости технической, плановой и эксплуатационной производительностей наземных транспортно-технологических машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования по месяцам в процессе эксперимента. Это позволило оценить уровень эффективности машин исходя из конкретных условий их работы, а также сформировать научную основу для двух последующих уровней исследования (прогнозирования и управления) машин.

2. Второе положение. Реализация второго положения на практике позволяет значительно экономить время на производстве. Это заключается в

том, что, анализируя полученный автором коэффициент выбора метода определения эксплуатационной производительности можно быстро на объективной основе определять способ планирования эксплуатационной производительности наземных транспортно-технологических машин по известным зависимостям или использовать экспериментальные данные, полученные при мониторинге работы машин на конкретных объектах.

3. Третье положение. Вызывает большой научный интерес, так как автор использует особенность динамики производительностей наземных транспортно-технологических машин, имеющих скачкообразный характер с множеством экстремумов функций, для определения нового способа краткосрочного прогнозирования выполнения или невыполнения требуемых объемов работ машинами на основе исследования функции приращения/убывания.

4. Четвертое положение основано на применении автором математического аппарата нечеткой логики (нечеткого логического вывода). Применение этого математического аппарата требует строгого обоснования, так как на практике существуют множество других способов решения подобных сложных задач. В обосновании применения данного метода автор приводит три аргумента: неэффективность применения классических методов регрессионного анализа из-за скачкообразного характера исходных функций; метод эффективно работает независимо от количества входных и выходных переменных; применение метода автором математического аппарата нечеткой логики позволяет избежать большого количества вычислений, что особенно важно при большом объеме данных в строительном производстве. Приведённые аргументы позволяют успешно применить данный математический аппарат, что подтверждается положительными полученными результатами.

5. Пятое положение. Автор рассматривается устойчивость системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин на основе исследования изменений множеств состояний основных ресурсных параметров системы: производственного A_2 , экономического A_3 и технического (надежности) A_4 , а также уровней состояния системы A_1 .

Автором установлены два пограничных состояния взаимодействия множеств $A_1...A_4$: - когда множества A_2 , A_3 и A_4 попарно пересекаются с множеством A_1 , но между собой множества A_2 , A_3 и A_4 не пересекаются;

- когда множества A_2 , A_3 , A_4 кроме попарного пересечения с множеством A_1 , пересекаются между собой.

Все остальные варианты взаимодействий множеств $A_1...A_4$ находятся между указанными пограничными состояниями.

6. Шестое положение. Рассматривается четырехуровневая иерархическая адаптивно-последовательная система управления процессом обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных

транспортно-технологических машин с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечётких составляющих состояния системы эксплуатации наземных транспортно-технологических машин. Первый уровень – управления машинами. Второй уровень – управления парком машин. Третий уровень – управления производством работы машин. Четвертый уровень – управления предприятием. На каждом уровне работают соответствующие робастные регуляторы, которые обеспечивают устойчивость системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин.

7. Седьмое положение непосредственно связано с цифровизацией страны и посвящено реализации полученных результатов с учетом цифровых платформ регионов страны. Изложен алгоритм реализации процесса обеспечения эффективности производственной эксплуатации в регионах страны.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Значимость для науки выводов и рекомендаций диссертации заключается в том, что разработанные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин в конкретных условиях их применения на автомобильных дорогах, включая программы и алгоритмы, позволяют значительно повысить эффективность работы машин на конкретных объектах их эксплуатации, а именно: обеспечить выполнение требуемых объёмов работ с необходимым качеством, обеспечить рентабельность не ниже 20%, а также предупредить и не допустить возникновения отказов при работе машин.

Практическая значимость работы заключается в прикладном характере результатов и возможности их использования в различных регионах страны с учетом их особенностей, а также в учебном процессе при подготовке специалистов по наземным транспортно-технологическим машинам. Это подтверждается актами внедрения, выданными: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургским государственным архитектурно-строительным университетом, ФГБОУ ВО Вологодским государственным университетом, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургским аграрным университетом, ФГБОУ ВО Тюменским индустриальным университетом, АО «ПО РосДорСтрой», ФКУ Упрдор «Россия», ООО «Лидер-Строй» (филиал Нижний Новгород), ООО СПК «Зеленый город», АО «Удмуртавтодор».

Работа содержит 10 выводов, вытекающих из результатов теоретических и экспериментальных исследований. Выводы в достаточной степени обоснованы и достоверны.

Первый вывод основывается на результатах проведенного анализа литературных источников и эксплуатационных исследований. Автором

впервые разработаны теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы НТТМ по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования по результатам целевого исследования показателей технической, плановой и фактической производительности с учетом значений коэффициентов выполнения работ и реализации технического потенциала машин. Вывод достоверен, так как основывается на анализе результатов оценки фактической эффективности работы НТТМ в конкретных условиях в рамках заключенных договоров на проведение исследований с эксплуатационными организациями.

Второй вывод информирует о разработке соискателем новых методов оценки, позволяющих выбирать рациональный способ определения эксплуатационной производительности НТТМ (расчетным или экспериментальным путём) на основе коэффициента выбора метода. Их практическое применение позволило оптимизировать планы производства работ и выполнить заданные объёмы работ. Описанные методы являются оригинальными, отличаются от ранее известных, а вывод достоверен и подтверждается приведенными в диссертации материалами.

Третий вывод Разработанные автором графоаналитические методы прогнозирования на основе исследования функции приращения/убывания с целью предупреждения и недопущения критического снижения или превышения эксплуатационной фактической производительности НТТМ при работе на объектах устойчивого развития. Их практическое применение в рамках заключенных договоров на проведение исследований, позволила снизить случаи критического изменения эксплуатационной фактической производительности на 75%. - достоверен, очень важен при комплектовании и прогнозировании работоспособности парка машин, что подтверждено результатами проведённых автором исследований.

Четвертый вывод - новые методы, разработанные на основе применения математического аппарата нечеткой логики (нечеткого вывода), применены для оперативного и долгосрочного прогнозирования основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производства работ. Предложенное автором программное решение было внедрено на эксплуатационных предприятиях в рамках заключенных договоров, что позволило на конкретных объектах спрогнозировать параметры и уровни состояния НТТМ. Сходимость результатов прогнозирования с фактическим производством составила 95%, что подтверждается результатами обработки массива статистической информации, полученной в ходе экспериментальных исследований.

Пятый вывод показывает справедливость и практическую применимость впервые разработанного концептуального представления уровней состояния устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ через взаимосвязь основных

ресурсных параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту автомобильных дорог, теоретически реализуемого при технологическом расширении объема и скорости транспорта данных в программу промышленного интернета вещей.

Шестой вывод констатирует практическую пригодность впервые разработанной четырехуровневой иерархически адаптивно-последовательной системы для управления обеспечением эффективностью производственной эксплуатации НТТМ с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы эксплуатации строительной техники.

Седьмой вывод показывает, что разработанный новый комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИВ) систем управления производственной эксплуатацией НТТМ на конкретных объектах, основанный на иерархии уровней конвейерно-адаптивной системы управления с обеспечением их робастной устойчивости по критерию Михайлова, включающий разработанную методику, обеспечивает возможность оперативного корректирования управляющего воздействия на систему обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ, при их работе в конкретной производственной среде.

Восьмой вывод достоверен, он информирует о практическом применении результатов работы в строительных организациях: АО «СМУ-Дондорстрой», ФКУ «Центравтомагистраль», АО «ПЮ РосДорСтрой», АО «Удмуртавтодор», ООО СПК «Зеленый город», ГП «Дорсервис». Анализ полученных результатов показал повышение эффективности производственной эксплуатации НТТМ, сокращение времени планирования производства работ в среднем на 21%, снижение затрат на планирование работ до 19%, увеличение точности прогнозирования на 32%.

Девятый вывод достоверен, содержит информацию о реализации концепции работы, позволившей существенно сократить недоиспользование технического потенциала НТТМ и уменьшить время производства работ в конкретных условиях эксплуатации, при этом выявлен прирост объема выполнения плана до 22% с сопутствующим снижением стоимости выполнения работ на 12%.

Десятый вывод показывает экономический эффект от внедрения результатов исследований, направленных на повышение эффективности эксплуатации технологических комплексов машин: за счет применения изложенных в работе научно-практических результатов было достигнуто снижение затрат времени на обеспечение производства работ в среднем на 17% совместно со снижением затрат на обеспечение производства работ до 27%. Среднее значение прироста фактической производительности НТТМ и их комплексов на фактических объектах составило до 11%.

Общая оценка структуры и содержания диссертации

Структура диссертации Грушецкого С.М. соответствует нормативным требованиям, а ее содержание - паспорту научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы. Диссертационная работа включает: текст объемом 279 страниц со списком литературы без учёта приложений, 202 рисунка и 79 таблиц, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 238 наименований. Диссертация также содержит 8 приложений на 116 страницах. Общий объем диссертации составляет 395 страниц.

Во введении обозначена народно-хозяйственная проблема, рассматриваемая в диссертации. Обоснованы актуальность, цель и задачи исследования. Сформулированы научная новизна, а также положения, выносимые на защиту. Кроме того, дана информация об апробации и реализации результатов научного исследования.

В первой главе диссертации автором проведён глубокий анализ состояния вопроса по эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (производственной, технической, коммерческой и ресурсно-эффективной эксплуатации). Рассмотрены и проанализированы работы как отечественных, так и зарубежных ученых. Особое внимание уделено вопросам эксплуатации машин в смежных областях (на железнодорожном транспорте и в авиации). Рассмотрена система: объемы работ – производительность – производственная эксплуатация, с точки зрения ее обоснования и выделения производительности машин главной роли в данной системе. Сформулированы и обозначены области дальнейших исследований в рамках рассматриваемой работы.

Во второй главе дана оценка системе мониторинга наземных транспортно-технологических машин и ее потенциалу с точки зрения проведения научных исследований при анализе и накоплении большого объема данных при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин. Особое внимание уделено процессам цифровизации общества в стране и их влиянию на эксплуатацию наземных транспортно-технологических машин в современных условиях.

В третьей главе представлены алгоритм и определение значений технической, эксплуатационной плановой, фактической и расчетной производительностей наземных транспортно-технологических машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования по результатам анализа дискретных временных рядов данных, полученных на объектах Нижегородской, Ленинградской и Московской областей Российской Федерации, а также в г. Санкт-Петербурге. Проведен научный анализ полученных значений.

В четвертой главе проведён анализ значения технической, фактической и плановой производительностей наземных транспортно-технологических машин, по результатам экспериментальных исследований. Исследование проводилось графоаналитическим способом. Также предложены методы краткосрочного и долгосрочного прогнозирования основных параметров наземных транспортно-технологических машин.

Пятая глава посвящена выбору и обоснованию основных ресурсных параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин, позволяющих обеспечить устойчивость ее развития. Кроме того, автором разработана конвейерно-адаптивная система управления с нечеткими составляющими с оценкой робастной устойчивости по критерию Михайлова.

В заключении сформулированы и приведены основные научные, а также практические результаты исследований, предложены рекомендации по применению разработанных научных основ обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин, а также направления дальнейших исследований.

В приложениях приведены результаты экспериментальных исследований, описана практическая реализация результатов исследований, представлен оригинальный алгоритм программы (код основной части программы, разработанной автором), а также акты внедрения и патенты автора.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Диссертация и автореферат соответствуют предъявляемым к ним требованиям ВАК РФ, а также паспорту научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы:

- пункт 3 «Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования»,
- пункт 4 «Техническая эксплуатация транспортно-технологических средств и их комплексов»,
- пункт 6 «Оптимизация конструкций и синтез законов управления движением наземных транспортно-технологических средств и их комплексов, а также их отдельных функциональных узлов, механизмов и систем, направленные на улучшение экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, технологической производительности, обеспечение энергоэффективности и безопасности».

Диссертация отвечает критериям актуальности темы исследования, научной новизны, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов. Значимость результатов диссертационного

исследования Грушецкого С.М. подтверждена также имеющимися актами внедрения.

Аннотация в полной мере отражает структуру и содержание диссертации. В тексте аннотации кратко, но достаточно полно изложены основные положения диссертации.

Соответствие диссертации и аннотации установленным требованиям подтверждает общую высокую оценку проведенного диссертационного исследования.

Замечания и недостатки

Оценивая диссертационную работу в целом, как законченный научный труд, выполненный на высоком уровне, следует отметить некоторые замечания:

1. Из диссертации не совсем понятно, почему в качестве основного критерия оценки эффективности выбран показатель производительности машин для строительства, реконструкции ремонта и содержания автомобильных дорог. В работе в п.1.2 приводится глубокий анализ других критериев в различных областях техники, в том числе стоимость жизненного цикла изделий и т.д.

2. Из диссертации не совсем понятно, как определялась техническая производительность каждой машины с учётом условий эксплуатации.

3. Во второй главе в п.2.3 диссертации идет речь о цифровых платформах региона, при этом не приведены результаты анализа возможности работы системы СОЭПЭ при меньшей скорости передачи данных, например при 4G.

4. В п.3.5 диссертации автор вводит коэффициент выполнения работ и реализации технического потенциала машин. Из текста диссертации не совсем понятно, в чем мотивированное отличие этого коэффициента от известного коэффициента технической готовности и других показателей надежности работы машин. В чем была необходимость введения новых коэффициентов?

5. В диссертации в пп.4.1-4.3 краткосрочное или оперативное прогнозирование осуществляется на основе исследования скорости возрастания или убывания функции изменения показателей эксплуатационной производительности машин. Автор решает эту задачу двумя способами: методом разницы и методом двух производных. Однако подробного анализа эффективности и областей применения этих методов в работе не приведено.

6. В диссертации в п.5.1 рассматриваются семь ресурсных параметров, а при обеспечении устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации работают только три ресурсных параметра

(производственный, технический и экономический). Почему нельзя было учесть остальные при обеспечении устойчивости системы?

7. В диссертации и автореферате отмечено, что в тексте содержится 202 иллюстрации и 79 таблиц, в то время как основной текст работы включает 67 рисунков и 49 таблиц. Остальные рисунки и таблицы вынесены в приложения?

8. В работе не учитывается уровень квалификации персонала, осуществляющего эксплуатацию и ремонт НТТМ.

9. Из текста диссертации не ясно, как учитываются мероприятия по совершенствованию системы ТО и ремонта машин, повышению квалификации персонала, внедрению средств технической диагностики в предложенной автором методике оперативного корректирования управляющих воздействий на систему обеспечения эффективности производственной эксплуатации НТТМ при их работе в конкретной производственной среде.

10. В представленной диссертации сформулировано семь задач исследований и приведено десять выводов, часть из которых можно было-бы без ущерба для работы объединить, сократить и конкретизировать, например выводы 9 и 10.

11. Некоторые выводы (9, 10) имеют констатирующий характер и представляют собой повторение результатов исследований.

12. В тексте автореферата и диссертации встречается нестандартный термин «ресурс-параметры» машин.

Следует отметить, что указанные замечания не оказывают существенного влияния на научную новизну результатов, их полноту и качество исследования, а также не снижают общую высокую оценку проведенного диссертационного исследования. Замечания, недостатки и рекомендации могут быть учтены автором в его дальнейшей научной деятельности.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин», выполненная Грушецким Станиславом Михайловичем и представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, является завершенным научным трудом, содержащим решение научной проблемы, имеющей социально-экономическое значение.

Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением

Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842, а ее автор, Грушецкий Станислав Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор

Заведующий кафедрой «Производство и ремонт автомобилей и дорожных машин» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический Университет (МАДИ)»,

г. Москва

Зорин Владимир Александрович
диссертация защищена по специальности 05.05.04 – дорожные и строительные машины, 1998 г.

Адрес организации: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». Телефон: 8(499)155-01-55, 8(916)638-21-44, e-mail: madi-dm@list.ru

