

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Жулая Владимира Алексеевича 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 диссертационной работы

Рассматриваемая работа Грушецкого С.М. представляет законченное научное исследование, которое опирается на исследовании производительности наземных транспортно-технологических машин, работающих в дорожной отрасли (строительство, реконструкция, ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования). Автором рассматривается техническая, эксплуатационные плановые и фактические производительности машин. Эксплуатационные плановые и фактические производительности были определены путем интегрирования плановых и фактических значений объемов работ, определенных на конкретных объектах работы машин. Это позволило произвести масштабное научное исследования так как исходным материалом послужили объективные данные о работе машин на конкретных объектах. Автором была рассмотрена сложная система обеспечения производственной эксплуатации машин, суть которой сводится к тому, что производительность машин связывает две среды: это производственная среда, которая выражается объемами работ и техническая среда состояния машин. Любое изменение состояния в обозначенных средах отражается на производительности машин, что позволило автору провести исследование на разных уровнях: это на экспериментальном уровне, на уровне прогнозирования и на уровне управления сложной системой обеспечения производственной эксплуатации машин.

Особое внимание в работе отводится цифровой трансформации в стране. Автор, действуя в рамках достаточно новых нормативных документов: ГОСТ Р 57700.37, ГОСТ Р 59277, ГОСТ Р 57193, ГОСТ Р 57412, прочно входящих в нашу жизнь, обосновывает и применяет на практике свои практические результаты, учитывая цифровые платформы четырех регионов страны (Нижегородская область, Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область). Автором обосновано внедрение цифровых двойников работы машин на конкретных объектах, используемых для решения поставленных задач третьего уровня управления сложной системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации машин, что позволяет продолжить начатое исследование в других научных работах смежных отраслей знаний.

Автором рассмотрены и проводится глубокий научный анализ трудов отечественных и зарубежных ученых по эксплуатации наземных транспортно-технологических машин. Кроме того, проведен анализ в смежных отраслях науки и техники, в данном случае на железнодорожном транспорте и в авиации. Автор обращает внимание на то, что в большинстве работ в области эксплуатации машин, в том числе в смежных отраслях техники, в качестве основного критерия оценки эффективности системы эксплуатации используется стоимость жизненного цикла изделия (машины), обосновывая тем самым необходимость введения рассмотрения иного критерия оценки – производительности машин, так как стоимость жизненного цикла не учитывает условия применения машин на конкретных объектах.

В представленной работе имеется несколько оригинальных решений, которые основаны и обоснованы на особенностях полученных автором данных на первом экспериментальном уровне. В частности, при краткосрочном прогнозировании работы машин автор принимает решение провести исследование скорости возрастания и убывания функции эксплуатационной фактической и плановой производительностей машин, так как классические методы регрессионного анализа не позволяют учесть скачкообразные динамические всплески значений рассматриваемой функций. Далее, автор обосновал применение метода нечеткого вывода и получил формулу оценки безотказности и определил уровни состояния сложной системы обеспечения производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин.

Таким образом, выбранная тема диссертационного исследования, безусловно является актуальной, так как посвящена решению целого ряда стратегически важных для страны задач в области эффективного применения НТТМ и их комплексов в реальных эксплуатационных условиях.

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

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается следующим:

Соответствием темы выбранного исследования объекту и предмету исследования, а также поставленным задачам и положениям, выносимым на защиту;

Применением автором только хорошо известных методов математического анализа, а также методов и средств программирования, проверенных временем и полученными результатами;

Практическими результатами исследования, применяемыми в учебном процессе, а также на производстве, подтвержденными соответствующими актами внедрения;

Отсутствием противоречий между уже проведенными исследованиями и исследованием, проведенным автором;

Активным участием автора с целью обсуждения основных положений, выносимых на защиту на различных научно-практических конференциях в том числе зарубежных;

Наличием достаточного количества публикаций автора в соавторстве и без соавторства в рецензируемых изданиях ВАК РФ и в изданиях входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS.

Достоверность и научная новизна положений, сформулированных в диссертации

Достоверность и научная новизна положений, сформулированных в диссертации, подтверждается личным участием автора на международных, научно-практических конференциях и семинарах, а также тем, что полученные результаты были внедрены в учебный процесс в нескольких вузах страны, а также на предприятиях четырех регионов РФ, что подтверждается имеющимися актами внедрения.

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.

Наиболее значимые положения диссертационной работы опубликованы в 76 работах, включающих 17 публикаций в изданиях ВАК, 4 публикации в изданиях Scopus и Web of Science, 1 монографию и 13 авторских свидетельств на полезные модели, 2 свидетельства государственной регистрации программы для ЭВМ и баз данных.

Необходимо отметить, что полученные результаты являются значимыми и получены впервые.

Научная новизна положений, сформулированных в диссертации

1. «Впервые разработано теоретическое и методическое обоснование механизма оценки уровня эффективности работы наземных транспортно-технологических машин по требуемым объемам при их производственной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования исходя из результатов целевого исследования технической, плановой и фактической эксплуатационной производительностей машин».

Первое положение, по своей сути, является началом большого исследования, проведенного автором. До сих пор, в большинстве случаев исследование эксплуатации дорожных машин ограничивалось обеспечением соответствующего технического состоянием машин, управлением процессами движения машин и их рабочих органов. Данное положение определяет проведение комплексного исследования, главной целью которого является обеспечения требуемых объемов работ машин для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог, что является оригинальным решением.

2. «Впервые разработаны методы выбора рационального способа определения эксплуатационной производительности наземных транспортно-технологических машин на основе коэффициента выбора метода».

Второе положение дает возможность выбора правильного варианта лицам, принимающим решения, при планировании работ машин. Следует отметить, что автор подходит к данному вопросу, учитывая классическую школу определения производительности машин, предлагая при этом свой вариант решения данного вопроса, на основе определения коэффициента выбора метода определения эксплуатационной производительности наземных транспортно-технологических машин. Безусловно, данное положение вносит весомый вклад в рассматриваемую работу;

3. «Впервые созданы методы прогнозирования критического снижения/превышения эксплуатационной производительности наземных

транспортно-технологических машин при работе на объектах устойчивого развития на основе исследования функции приращения/убывания».

Третье положение дает возможность предотвратить невыполнение необходимых объемов работ дорожными машинами. Это достигается путем предупреждения критического снижения фактической эксплуатационной производительности дорожных машин на основе исследования скорости функции приращения/убывания эксплуатационных производительностей машин. Автор использует особенность – это зигзагообразный характер функции производительностей и большое количество экстремумов функции, когда первая производная функции равна нулю. Особое внимание заслуживает в работе то, что автор вводит, рассматривает и исследует не только такое понятие как критическое снижение фактической эксплуатационной производительности, но и понятие критическое повышение фактической эксплуатационной производительности, обосновывая это тем, то выполнение производственного плана машинами может быть достигнуто переиспользованием имеющихся и запланированных ресурсов, что также необходимо регулировать в процессе эксплуатации машин;

4. «Впервые разработаны методы оперативного и долгосрочного прогнозирования основных параметров и уровней состояния системы обеспечения производственной эксплуатации на основе применения математического аппарата нечеткой логики».

Четвертое положение позволяет определять (прогнозировать) пять основных параметров системы обеспечения производственной эксплуатации дорожных машин – фактические объемы работ, выполняемыми машинами на объектах; фактическую эксплуатационную производительность машин; а также коэффициент выполнения работ; коэффициент реализации технического потенциала и коэффициент выбора метода определения эксплуатационной производительности. Как известно, что одну и ту же задачу, даже сложную, можно решить, как минимум двумя способами. Если автор в своей работе выбирает и принимает в своей работе математический аппарат нечеткой логики, то это является его правом, тем более если применение данного математического аппарата приводит к определенным результатам с высокой достоверностью. Данный математический аппарат используется в мировой практике при решении сложных задач достаточно давно и в рамках рассматриваемой работы может также успешно применяться.

5. «Впервые разработан концептуальный аппарат представления уровней состояния устойчивости системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин через взаимосвязь основных ресурс-параметров системы с выполнением работ по строительству, реконструкции, эксплуатации и ремонту автомобильных дорог».

Пятое положение. На основе глубокого анализа и обоснования ресурс-параметров состояния системы обеспечения устойчивости дорожных машин – это производственного, экономического, надежности, а также учитывается уровень состояния системы (W_1 - W_4), были определены граничные положения различных вариантов взаимодействия множеств состояния системы. Автором было установлено, что любые другие сочетания взаимодействий находятся в диапазоне установленных границ.

6. «Впервые осуществлен синтез четырехуровневой иерархической адаптивно-последовательной системы управления процессом обеспечения эффективностью производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с вертикальной и горизонтальной интеграцией нечетких составляющих состояния системы эксплуатации машин».

Шестое положение позволяет на основе работы обобщенной модели иерархического управления состоянием сложной системы обеспечения производственной эксплуатации обеспечить устойчивость трех основных ресурс параметров, указанных в пятом положении выносимых на защиту. Это достигается работой робастных регуляторов на каждом из четырех уровней управления (дорожными машинами, парком дорожных машин, производством работ дорожных машин и их предприятием).

7. «Впервые разработан комплексный теоретико-методологический подход к интеграции в технологии промышленного интернета вещей (ПИВ) систем управления производственной эксплуатацией наземных транспортно-технологических машин на конкретных объектах».

Седьмое положение посвящено реализации достигнутых ранее результатов на практике в различных регионах нашей страны. Рассматривается связь между цифровыми платформами региона и цифровыми двойниками дорожных машин, с точки зрения накопления большого объема данных при работе дорожных машин на конкретных объектах и цифровых ресурсов регионов. Алгоритм учитывает экосистему региона, что является сегодня новым приоритетным направлением в его развитии.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Значимость для науки выводов и рекомендаций диссертации заключается в том, что выполнение производственного плана при работе наземных транспортно-технологических машин осуществляется применением методов и программ, входящих в положения, выносимых автором на защиту, что направленно на решение народно-хозяйственной проблемы – это выполнение требуемых работ с надлежащим качеством, в установленный срок, с надлежащим качеством и высокими экономическими показателями.

Практическая значимость работы выражается в применении созданной автором новой концепции в учебном процессе вузов при подготовке высоко научных кадров и высококвалифицированных специалистов в области проектирования, производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин, а также на производстве в ведущих предприятиях дорожной отрасли страны. Сказанное подтверждается 9 актами внедрения.

Общая оценка структуры и содержания диссертации

Представленная в соответствии с требованиями диссертация Грушецкого С.М., по своей структуре и содержанию соответствуют паспорту научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений, которые суммарно составляют 395 страниц текста, включающих 79 таблиц и 202 иллюстраций, а также 8 приложений на 116 страницах. Список литературы включает 238 наименований.

Во введении автором дано описание народно-хозяйственной проблемы, рассматриваемой в диссертации. Обоснована актуальность исследуемых вопросов, отмечена теоретическая и практическая значимость. Кратко рассмотрены основные положения диссертационной работы, а также положения, выносимые на защиту. Отмечены научная новизна, поставленные задачи, апробация и реализация результатов исследования.

В первой главе на основании проведенного автором глубокого анализа отечественных и зарубежных авторов по вопросу эксплуатации дорожных машин было отмечено, что большинство проведенных научных исследований находятся в области технической эксплуатации дорожных машин, общей целью которых является обеспечение технически исправного состояния дорожных и других наземных транспортно-технологических машин. На этом основании, автор обосновывает необходимость создания новой концепции, которая опиралась бы на производственную эксплуатацию и исходила бы из главного предназначения машин – это выполнение необходимых объемов работ. Автор обосновывает и рассматривает систему: объемы работ–производительность–производственная эксплуатация машин, где основным звеном является производительность дорожных машин. Определены область и задачи исследования, с точки зрения проведения эксперимента и дальнейшей работы над полученными результатами.

Во второй главе на основании работы системы мониторинга, устанавливаемой сегодня практически на всех современных машинах, автор проводит теоретический и практический анализ системы и создает алгоритм применения (использования большого объема данных) системы мониторинга дорожных машин для достижения поставленных целей.

В третьей главе автор описывает проведение эксперимента по определению технической и среднесуточных значений эксплуатационной

производительностей дорожных машин, исходя из плановых и фактических объемов работ выбранных машин на объектах в Нижегородской, Московской и Ленинградской областях РФ, а также в городе Санкт-Петербург. Проводит их научный анализ для решения задач второго и третьего уровня исследований.

В четвертой главе на основе научного анализа потока данных по производительности дорожных машин продемонстрировано решение следующих двух поставленных задач – это краткосрочное и долгосрочное прогнозирование параметров системы обеспечения эффективности дорожных машин. Краткосрочное или оперативное прогнозирование заключается в исследовании скорости возрастания/убывания функции изменения производительностей дорожных машин, конечной целью которого является предупреждение и недопущение критического снижения фактической эксплуатационной производительности дорожных машин. Долгосрочное прогнозирование заключается в применении автором математического аппарата нечеткого логического вывода с целью определения фактических объемов работ и эксплуатационной производительности дорожных машин, а также коэффициентов: выполнения работ, реализации технического потенциала и выбора метода определения производительности дорожных машин. Также при долгосрочном планировании автором был установлен четыре уровня эффективности системы обеспечения производственной эксплуатации дорожных машин при их работе на конкретных объектах.

В пятой главе были определены и обоснованы основные ресурс-параметры, через которые обеспечивается робастная устойчивость системы обеспечения производственной эксплуатации дорожных машин. Этими ресурс-параметрами являются: производственный, технический (надежность) и технико-экономический. Управление устойчивостью системы достигается разработанным автором четырехуровневым математическим аппаратом конвейерно-адаптивной системы управления с нечеткими составляющими. Оценка устойчивости осуществляется по критерию Михайлова. На каждом уровне управления (машиной, производством, группой машин и предприятием) существует робастный регулятор, который проходя преобразование Лапласа с помощью годографа находит устойчивое положение каждого уровня управления системой в конкретный момент времени. Сказанное обеспечивает управление системой обеспечения эффективности производственной эксплуатации дорожных машин и приводит к определенным практическим результатам.

В заключении приводятся главные научные и практические результаты проведенных исследований, даны рекомендации по применению и дальнейшему развитию полученных результатов при обеспечении научных основ обеспечения эффективности производственной эксплуатации дорожных машин.

В приложениях представлены данные по объемам работ рассмотренных дорожных машин (фактические и плановые) значения;

гистограммы определенных фактических коэффициентов выполнения работ и реализации технического потенциала функциональных групп рассмотренных дорожных машин, примеры практической реализации, основной исходный код программы и структура ее компонентов, а также акты внедрения и патенты на полезные модели и программу.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Диссертация и автореферат полностью соответствуют установленным требованиям ВАК РФ, а также отвечают пунктам 3,4 и 6 по формуле паспорта научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, в частности:

– 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».

Диссертационная работа во всем своем объеме отвечает предъявляемым ВАК РФ критериям по актуальности темы исследования, научной новизне, теоретической и практической значимости, а также по достоверности полученных результатов. Имеющиеся акты внедрения подтверждают научную и практическую значимость результатов диссертационного исследования Грушецкого С.М.

Автореферат полно и емко отражает структуру, содержание и положения, изложенные в диссертации. Следует отметить ясность последовательности изложения и наглядность отражаемого в автореферате основного материала диссертации. Наблюдаемое при прочтении соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям подтверждает общую высокую оценку выполненной автором работы в рамках данного диссертационного исследования.

Замечания и недостатки

Оценивая представленную диссертацию как самостоятельный и законченный научный труд, реализованный на высоком научном уровне, в ходе ее критического оценивания были выявлены некоторые замечания и недостатки, а именно:

1. Из работы не совсем понятно, чем был обоснован выбор именно 78 дорожных машин для эксперимента (п.3.2 диссертации), когда, судя по работе, машин было значительно больше. В рамках данного выбора, не конкретизировано, почему в работе рассматриваются только грунтовые и комбинированные катки, а асфальтовые не рассматриваются.

2. Не совсем понятно из диссертации, почему в п.3.6 диссертации коэффициент, вводимый автором, имеет название – «выбора метода». Почему нельзя было, например, назвать данный коэффициент – «коэффициент технологичности».

3. Не совсем понятно, для чего автор в п.4.5 диссертации определяет коэффициент оперативной готовности машин тремя способами: по наработке, по известным зависимостям с учетом НР и по новой предложенной автором методике. Если для того, чтобы провести их сравнительный анализ, то почему тогда первый и второй способы, по мнению автора, не учитывают условия эксплуатации и имеют больше количественный, чем качественный характер.

4. Автор большую роль отводит методу нечеткого математического вывода пп.4.6-4.7 диссертации, применяя его для определения (прогнозирования) фактических значений основных параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации машин (СОЭПЭ), при этом приводит достаточное обоснование его применения в своей работе. Несмотря на это, на мой взгляд, следовало бы более подробно аргументировать, почему данную задачу автор не решает другими способами. Хотя в данном конкретном случае МНВ применим, безусловно.

5. Из диссертации не совсем понятно, кто именно должен предупреждать о критическом снижении эксплуатационной фактической производительности машин за 1-2 дня до факта наступления события. Также не понятно о снижении какой производительности идет речь, если машина, например экскаватор-погрузчик, выполняет разные операции разными рабочими органами. Следовало бы описать данный вопрос подробнее. Может, надо было сделать еще одно приложение или добавить в приложение практической реализации информацию об этом.

6. Из диссертации не совсем понятно, как формировались 68 правил работы программы, MATLAB 2019b Fuzzy Logic Toolbox, несмотря на наличие рис.4.15 в диссертации стр.199. При этом работоспособность самой программы не вызывает сомнения. Необходимо этому вопросу было уделить больше внимания.

7. В таблице 4.11 в отличие от таблиц 4.12 и 4.13 отсутствует столбец с прогнозируемыми и фактическими значениями основных параметров системы обеспечения эффективности производственной эксплуатации экскаватора-погрузчика марки JCB 3CX первой возрастной группы. Возможно, это техническая опечатка, так как, судя по работе, данные параметры были определены при проведении эксперимента и при прогнозировании.

Данные замечания и недостатки следует квалифицировать как рекомендательные, их наличие не снижает высокой оценки проведенного диссертационного исследования. Автором они могут быть учтены в дальнейшем развитии научной деятельности в области эффективности производственной эксплуатации НТТМ.

Заключение по диссертационной работе

Выполненная Грушецким Станиславом Михайловичем диссертационная работа «Научные основы обеспечения эффективности производственной эксплуатации наземных транспортно-технологических машин», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, является завершенным научным трудом, содержащим комплексный научно-практический подход и обоснованные пути решения научной проблемы, имеющей важное хозяйственное и социально-экономическое значение для России.

Диссертационная работа полностью 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 строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

г. Воронеж



Жулай Владимир Алексеевич

диссертация защищена по специальности 05.05.04. - дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, 2005 г.

Адрес организации: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Телефон: +7(473) 207-22-20 доб. 5283, 8 906 672-45-66, e-mail: zhulai@vgasu.vrn.ru.

Подпись В.А. Жулая заверяю.

Проректор по науке и инновациям

доктор техн. наук, доцент



Башкиров А.В.

27.10.2023г.