

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

доктора технических наук Труфляк Евгения Владимировича на диссертацию Лаврова Александра Владимировича на тему «Методологическое обоснование направлений развития системы сельскохозяйственных мобильных энергетических средств», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.030.03, созданный на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы диссертации

В условиях возрастающей остроты проблем ресурсосбережения в современном мире, как в глобальном масштабе, так и в Российской Федерации, критически важным становится поиск новых подходов к оценке и оптимизации использования ресурсов в сельском хозяйстве. Отсутствие адекватных научно-методических инструментов для оценки ресурсозатратности производства, игнорирование стоимостной оценки невосполняемых объемов ресурсов, а также недобора и потерь продукции, связанных с несоответствием реального тракторного парка технологическим потребностям, приводят к существенным экономическим и производственным потерям.

Достижение амбициозных целевых показателей Стратегии развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, таких как увеличение производства зерна до 170 млн. т, напрямую зависит от уровня технической оснащенности сельскохозяйственных предприятий. Реализация этого потенциала требует решения в том числе двух фундаментальных задач: эффективного вовлечения в оборот неиспользуемых пахотных земель и формирования современного, высокопроизводительного машинно-тракторного парка, оснащенного передовыми технологиями.

Однако, существующие исследования зачастую не в полной мере охватывают актуальные аспекты ресурсной эффективности. Слабо изучены вопросы эксплуатации тракторов за пределами амортизационного срока, влияние уровня технической оснащенности на продуктивность машинных технологий производства растениеводческой продукции, а также закономерности взаимодействия различных видов ресурсов в условиях комплексного механизированного сельскохозяйственного производства.

Система мобильных энергетических средств представляет собой базовый ресурс, определяющий эффективность реализации машинных технологий. Методологически, она должна рассматриваться не как простая совокупность машин, а как четырехуровневая техническая система: «трактор», «типаж», «технологическая потребность» и «реальный парк». Изученность каждого из этих элементов напрямую влияет на общую эффективность всего парка. Недостаточная проработка взаимосвязей и оптимальных конфигураций на каждом из этих уровней является серьезным препятствием для повышения производительности.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа, раскрывающая новые ресурсные качества системы мобильных энергетических средств как комплексной технической системы, взаимодействующей с различными видами ресурсов в механизированных технологиях растениеводства, является актуальной. Представляется актуальной разработка новых методов и критериев оптимизации парка тракторов.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа объемом 282 страницы включает введение, семь глав, заключение, список литературы (168 источников, из них 9 на иностранном языке) и приложения (9 страниц). Исследование иллюстрировано 56 рисунками и дополнено 75 таблицами, наглядно представляющими результаты.

Во введении обоснована актуальность темы исследования; приведены степень разработанности поставленных проблем, цель, предмет, объект и методика исследования. Представлены достоверность результатов исследования и научная новизна.

В первом разделе «Анализ состояния проблемы развития тракторного парка во взаимодействии с такими видами ресурсов как пашня и трудовой потенциал» проводится комплексный анализ состояния проблемы развития тракторного парка в его взаимосвязи с ключевыми ресурсами сельского хозяйства – пашней и трудовым потенциалом. Рассматривается текущее состояние парка сельскохозяйственных тракторов в России, для которого сформирована количественно-возрастная структура. Отдельное внимание уделяется особенностям эксплуатации техники, срок службы которой превышает нормативный срок амортизации. Исследуются критерии и методы оптимизации состава машинно-тракторного парка, при этом выбор оптимальных решений ставится в зависимость от типа воспроизводства в сельском хозяйстве.

Во втором разделе «Методология исследования развития системы мобильных энергетических средств как четырехуровневой технической системы» разрабатывается методология исследования развития системы мобильных энергетических средств, которая рассматривается как четырехуровневая техническая система. Эта система включает в себя трактор, его типаж, технологическую потребность и реальный парк.

Систему мобильных энергетических средств предлагается рассматривать состоящую из органически связанных (составляющих единый организм со своими законами развития) технических субъектов-тракторов, параметры которых изменяются в определенных технологическими функциями (операциями) в пределах, позволяющих определить потенциальную научно-обоснованную оптимальную количественную структуру парка, которая должна сравниваться с его реальным состоянием.

Существенным моментом предлагаемой методологии исследования развития тракторного парка является изучение и разработка рекомендаций по формированию механизма государственной поддержки механизированного

сельскохозяйственного производства с учетом стоимости и амортизационных характеристик тракторного парка, пашни и трудового потенциала.

В третьем разделе «Сельскохозяйственный трактор в полном жизненном цикле» в рамках повышения экологической безопасности и энергетической эффективности тракторов предложено технологическое направление развития. Представлены современные положения теории трактора при его работе как энергетического средства в составе с технологическим модулем, разработан экспериментально-теоретический метод определения максимального контактного давления на почву, разработана методика согласования тягово-сцепных качеств движителей сельскохозяйственных тракторов с допустимым максимальным давлением на почву.

В четвертом разделе «Двухпараметрическая классификация типажа сельскохозяйственных тракторов» представлена двухпараметрическая классификация сельскохозяйственных тракторов, основанная на тяговых классах и мощностных разрядах, а также разработан алгоритм приведения тяговых показателей отечественных и зарубежных тракторов к единым условиям. Предложен научно обоснованный подход к выбору типоразмерных рядов тракторов с учетом стандартов, что позволяет оптимизировать структуру парка и повысить эффективность его использования. Особое внимание уделено согласованию российских и международных стандартов, а также введению новых требований к техническому уровню и автоматизации тракторов.

В пятом разделе «Определение технологической потребности в сельскохозяйственных тракторах» представлена методика оценки потребности в сельскохозяйственных тракторах, с учетом выполнения всех технологических операций в оптимальные агросроки.

При прогнозе развития парка тракторов до 2030 г. необходимо учесть возрастание средней мощности тракторов в парке с 99,4 л.с. в 2010 г. до 140-145 л. с. в 2030 г., что в сочетании с повышением технического уровня тракторов позволит технологически потребный физический парк ограничить количеством 900 тыс. эт. тракторов для 90 млн га пашни.

В шестом разделе «Проблемы информационного и методического обеспечения формирования парка сельскохозяйственных тракторов» разработана система мониторинга тракторного парка, проведена производственная проверка системы мониторинга, оптимизации и прогнозирования тракторного парка на примере регионального АПК.

Разработаны методические подходы для комплексной оценки и повышения энергетической эффективности машинно-технологических агрегатов на основе эксплуатационно-энергетической характеристики и системы показателей фактической эффективности, что позволило количественно оценить использование тракторного парка Республики Башкортостан.

На базе предложенной методики оптимизации, учитывающей разделение затрат до и сверх срока амортизации, рассчитан оптимальный количественно-возрастной состав парка, а также выполнен прогноз потребности и требуемая количественно-возрастная структура парка до 2030 г.

В седьмом разделе «Экономическая эффективность ресурсных научно-технологических основ развития тракторного парка» приведены результаты оценки экономической эффективности технологического направления, двухпараметрической классификации, технологической потребности и реального парка.

Проведенные расчеты показали, что внедрение предложенного комплекса машин с экологичным трактором класса 1,4 и соответствующих методик обеспечивает существенное повышение энергетической и эксплуатационной эффективности (снижение удельных энергозатрат до 34,3 %, сокращение расхода топлива на 4–6 % и рост производительности на 5–7 %). Это позволяет снизить недобор урожая и связанные экономические потери (в примере Калужской области) и обосновывает необходимость обновления и оптимизации тракторного парка.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертации Лаврова А. В. состоит в:

- разработана новая методология, раскрывающая механизм взаимодействия ресурсов при реализации механизированных технологий с базовой ролью тракторного парка;
- получены зависимости потерь сельскохозяйственного производства от ресурсных характеристик тракторного парка: количественно-возрастного состава, трактороснащенности;
- предложено представление системы мобильных энергетических средств как технической системы, включающей трактор, типаж, технологическую потребность и реальный парк;
- обоснована двухпараметрическая тягово-мощностная классификация типажа, содержащая 11 тяговых классов и 12 мощностных разрядов;
- разработана методика определения оптимального количественно-возрастного состава по критерию минимизации совокупных затрат, учитывающих невозможность восстановления ресурсов;
- усовершенствован метод прогнозирования развития тракторного парка на основе учета факторов воздействия средств механизации на агрономическую культуру.

Степень обоснованности научных положений, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений и полученных автором результатов основана на системном подходе к решению поставленных задач, основанном на методах исследования сложных систем, закономерностях развития механизированного сельхозпроизводства, причинно-следственном анализе влияния факторов на эффективность производства сельскохозяйственной продукции.

При обосновании теоретических положений применены методы математической статистики, дедуктивный метод построения теории переноса стоимости ресурсных составляющих на сельскохозяйственную продукцию на основании установленного обобщенного эквивалентного соотношения

невосстанавливаемых частей ресурсов, дифференциальное исчисление, экономико-математическое компьютерное моделирование.

Основные полученные автором результаты, сформулированные на основании анализа содержания разделов диссертации, отражены в общих выводах (заключении).

Основные результаты исследования изложены в семи выводах.

Вывод 1 констатирует, что за последние 33 года в сельскохозяйственных организациях России произошло устойчивое сокращение всех видов ресурсов (тракторного парка на 85 %, площади пашни на 46,6 %, рабочих мест на 86 %), характеризующее суженый тип воспроизводства.

Автор делает вывод, что существующие методы оптимизации состава МТП не применимы в условиях суженого воспроизводства.

Под первый вывод отсутствует задача исследований.

Вывод 2 повествует о том, что разработанная методология позволяет комплексно анализировать и оптимизировать тракторный парк, выявляя приоритетные проблемы и взаимосвязи с другими ресурсами сельхозпроизводства.

Вывод вытекает из материалов первого и второго разделов диссертации и является решением первой задачи исследования. Достоверен, основан на анализе состояния проблемы развития тракторного парка.

Вывод 3 соответствует второй задаче исследования и состоит в разработке технологического направления развития сельскохозяйственных мобильных энергетических средств на основе цифровизации. Разработана теория трактора при его работе как модульного энерготехнологического средства. Вывод обладает новизной, достоверен для конкретных исследований и подтверждается данными третьего раздела диссертации.

Вывод 4 направлен на обоснование разработанной двухпараметрической классификации типажа сельскохозяйственных тракторов.

Предложенная двухпараметрическая классификация дополнена рекомендациями по согласованию с европейскими, ОЭСР и ИСО/CODE 2 стандартами для гармонизации требований. Это обеспечивает единообразие подбора тракторов и позволяет, по оценкам, повысить эффективность машинно-тракторных агрегатов с активными рабочими органами на 12–15 % при выполнении соответствующих технологических операций.

Вывод нов, достоверен и имеет практическую значимость.

Является решением третьей задачи, вытекает из материалов четвертого раздела.

Вывод 5 повествует о разработанной методике определения потребности в сельскохозяйственных тракторах. Вывод достоверен и является решением четвертой задачи, основан на материалах пятого раздела.

Разработанная методика позволяет научно обоснованно определить количественный состав тракторного парка для обеспечения конкретных технологических целей: выполнение операций в оптимальные сроки. Методика практически применима для ресурсного и агротехнического планирования, обеспечивая гибкость оценки по разным сценариям.

В выводе 6 представлена разработанная методика оптимизации количественно-возрастного состава тракторного парка.

Разработанная методика, разделяющая затраты до и после амортизации, позволяет минимизировать совокупные затраты и определить оптимальный количественно-возрастной состав тракторного парка для Республики Башкортостан с максимальным возрастом 30 лет.

Вывод достоверен, решает пятую задачу, вытекает из материалов шестого раздела. Достоверность подтверждается соответствующими актами.

Вывод 7 соответствует шестой задаче исследования и направлен на экономическую оценку результатов исследований. Получен на основе материалов седьмого раздела.

Внедрение научно-обоснованных решений в систему мобильных энергетических средств обеспечивает экономическую эффективность: снижение энергетических затрат на 34 %, уменьшение удельного расхода топлива на 4–6 % и рост производительности на 5–7 % при агрегатировании тракторов одного тягового класса, а также сокращение потерь и недобора урожая на 10–15 %.

Вывод обладает новизной и достоверностью.

Освещение основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

В диссертации присутствуют материалы, опубликованные автором в печатных работах.

Основные теоретические положения и результаты исследований представлены в 32 научных трудах, в том числе в 20 статьях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций, в 7 статьях, входящих в МБД (Scopus), в 1 монографии, в 1 методическом указании, получены 1 патент на изобретение и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат диссертации отражает научные положения, выводы, результаты, изложенные в диссертации.

Научные положения, выводы, результаты и рекомендации обоснованы с использованием результатов исследований, материал изложен логически и последовательно.

Общие замечания и вопросы по содержанию и оформлению диссертации

Наряду с общей положительной оценкой диссертации, имеются следующие замечания и вопросы:

1. Обоснование актуальности темы исследования носит размытый характер и расплывчатые выводы. Во введении отсутствуют ссылки на аналитические и статистические данные.

2. Отсутствует четкая формулировка проблемы исследования. Научная фундаментальная проблема представлена только во 2 разделе (стр. 42).

3. Целью работы является методологическое обоснование направлений развития парка, типажа и конструкции сельскохозяйственных тракторов, которые позволят обеспечить повышение эффективности *механизированного сельхозпроизводства* (стр. 9). Учтены ли при этом вопросы автоматизации и цифровизации сельхозпроизводства с учетом тенденций последних лет в России и мире?

4. Первое положение научной новизны «Разработана новая методология, раскрывающая механизм взаимодействия *ресурсов* при реализации механизированных технологий с базовой ролью тракторного парка» (стр. 10). Не раскрыт термин «ресурсы». Что подразумевается под ресурсами?

5. В таблице 1.1 (стр. 15) указано, что государственный мониторинг парка сельскохозяйственных тракторов России практически не ведется. Однако в 2024 году создана Федеральная государственная информационная система учета самоходных машин и тракторов (ФГИС УСМТ). В единую систему учета вносят данные обо всех видах техники, включая сельскохозяйственную. Оператор системы – Минсельхоз РФ. Данные во ФГИС УСМТ вносит Гостехнадзор.

6. После первого раздела отсутствуют выводы.

7. При определении понятия «Типаж сельскохозяйственных тракторов» (стр. 41) может стоило учесть отраслевую направленность процесса и заменить «...*комплекса тракторных работ*» на «...*комплексной механизации сельскохозяйственного производства*»?

8. Учтено ли в определении «Технологической потребности» (стр. 42) при обосновании количественно-качественного состава тракторного парка производство сельхозпродукции с наименьшими затратами труда?

9. В таблице 2.1 представлены ресурсные характеристики механизированного сельхозпроизводства (стр. 47). Для ресурса «Агрономическая культура» к ресурсным показателям отнесен только прирост урожайности, не учтено снижение затрат на ее возделывание. На рисунке 2.2 в совокупных затратах (стр. 48) представлен недобор урожая (из-за возраста и недостатка техники), но не учтены другие затраты на возделывание агрономической культуры.

10. Раздел 2 «Методология исследования...» занимает всего 12 страниц, может его следовало бы сделать подразделом? При этом раздел 1 – 24 стр., раздел 3 – 55 стр., раздел 4 – 54 стр., раздел 5 – 22 стр., раздел 6 – 48 стр., раздел 7 – 20 стр.

11. Не совсем корректно на рисунке 3.1 (стр. 52) к мобильной сельскохозяйственной технике для растениеводства отнесены жатки, косилки, опрыскиватели (бывают навесные, прицепные и самоходные).

12. Есть ли место в CALS-технологиях (непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта) место для Государственного испытательного центра с 10 машиноиспытательными станциями? Где они отражены на предложенных схемах (раздел 3)?

13. У модульного энерготехнологического средства не понятно по схеме точка приложения веса трактора (с одной или двумя ведущими осями, с шарнирным остовом) и технологического модуля (ТМ) – рисунок 3.11, стр. 84; рисунок 4.8, стр. 150. Требуется также пояснение приложение $P_{кас}$ (рисунок 4.8, стр. 150).

14. Указано, что были проведены исследования влияния кинематического несоответствия моста ТМ относительно второго моста трактора на КПД ходовой части. Зависимости по рисунку 3.12 (стр. 86) с шагом $\Delta K_{н3}=0,02$, однако на рисунке отсутствует зависимость при $K_{н3}=1,02$.

15. С чем связано, что на графике значения нормы нагрузок от давления в шинах 16,9R38 находятся отдельно от линии других значений (рисунок 3.15, стр. 91)?

16. В различных разделах диссертации одним из важных критериев работы МЭС является урожайность. Однако в подразделах 3.5.2 «Экспериментально-теоретический метод оценки максимального контактного давления на почву» и 3.5.3 «Согласование тягово-сцепных качеств движителей сельскохозяйственных тракторов с допустимым максимальным давлением на почву» не найдены данные влияния шин низкого давления на урожайность зерновых культур.

17. В таблице 4.20 (стр. 148) указано, что оценка общей площади рационального применения (млн. га) в процентах от общей площади пашни принята экспертно, однако для оценки качества экспертного мнения не указаны данные об экспертах, их количестве, квалификации, географии и т. д.

18. В таблице 5.1 «Показатели технического уровня трактора, учитываемые при моделировании сменной производительности пахотных агрегатов» (стр. 163) для трактора показателем является «Автоматизация управления поворотом». В это понятие входит показатель для современных тракторов с автопилотами «Автоматический разворот»?

19. Указано, что «Математическая модель расчета сменной производительности пахотного агрегата в эталонных условиях – определение мощности тракторного двигателя в эксплуатационных условиях» (стр. 165). Каковы условия, допущения, ограничения этой математической модели?

20. На стр. 161 указано, что средняя глубина обработки 0,21 м, а на стр. 169 в выражении (5.12) принята 0,22 м.

21. В подразделе 6.1 «Компьютеризированный мониторинг машинно-тракторного парка» рассматривается глобальная система спутникового мониторинга транспортных средств, однако отсутствует ее связь и интеграция с Федеральными государственными информационными системами (ФГИСами – ЗСН, УСМТ), которые сейчас активно внедряет Минсельхоз России.

22. Для энергетической оценки эффективности комбинированных агрегатов принята площадь квадратного поля 5 или 60 га, площадь под возделываемой культурой 100 или 2000 га (стр. 203; таблица 6.8 стр. 205). Для какого типа сельхозпроизводителей выполнен расчет: сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, хозяйства населения и на каком основании приняты данные площади и их диапазоны? Ранее в таблице 4.20 (стр. 148) указана следующая градация: крупное хозяйство (более 3000 га пашни); среднее хозяйство (от 500 до 3000 га пашни); мелкое хозяйство (до 500 га пашни).

23. В 6 разделе выполнена проверка технологии мониторинга, оптимизации и прогнозирования состава тракторного парка для растениеводства на примере Республики Башкортостан, а экономическая эффективность в 7 разделе на примере хозяйства Московской области, типичных в европейской части России полей, сельскохозяйственного производства Калужской области. Чем обоснован такой выбор?

24. В разделе экономической эффективности производилось сравнение энергетической эффективности перспективного экологически безопасного

трактора тягового класса 1,4 и базового трактора Беларусь 1025 (стр. 233). Причем перспективный трактор только представлен в виде макета масштабом 1:5 (рисунок 7.3, стр. 234). Проводились ли испытания перспективного трактора на машиноиспытательной станции?

25. Техническая новизна работы выглядела бы выигрышной, если был бы реализован не только макетный образец технологического модуля для мобильных энергетических средств класса 1,4, а также ряд технических решений защищенных патентами РФ.

26. В разделе 7 «Экономическая эффективность...» учитывался ли ГОСТ ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки», предназначенный для тракторов и машин сельскохозяйственных? В подразделах 7.1 «Оценка энергетической эффективности...», 7.2 «Оценка эффективности использования...», 7.3 «Оценка недобора и потерь сельскохозяйственной...» отсутствуют итоговые данные, выраженные в денежном эквиваленте. Только в конце главы этому вопросу посвящено одно предложение с цифрами, которые сложно проверить. В чем состоит экономическая эффективность научно-обоснованных основ развития системы мобильных энергетических средств?

27. Почему в экономической эффективности вывод сделан только по Калужской области, хотя в методиках рассматривались также Московская область, Республика Башкортостан (стр. 252)?

Высказанные замечания не снижают ценности диссертационной работы и значимости полученных автором результатов, обладающих практической и теоретической ценностью.

Заключение

Диссертация Лаврова Александра Владимировича на тему «Методологическое обоснование направлений развития системы сельскохозяйственных мобильных энергетических средств», представленная к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совет 35.2.030.03, созданный на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» является самостоятельно выполненной и законченной, ее оформление соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Материал диссертационной работы изложен грамотно и логично. В целом, несмотря на имеющиеся замечания, автором выполнен большой объем теоретических исследований. Полученные результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Диссертация соответствует критериям, изложенным в п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями), а ее автор – Лавров Александр Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора

