

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Грибова Ивана Васильевича на диссертационную работу Медхн Тесфит Асрат на тему: «Оптимизация методов обработки почвы и посева для повышения производительности и устойчивости в условиях Эритреи» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа Медхн Тесфит Асрат посвящена актуальной теме: «Оптимизация методов обработки почвы и посева для повышения производительности и устойчивости в условиях Эритреи». В настоящее время Эритрейская корпорация растениеводства и животноводства (ECLC) служит единственным поставщиком сельскохозяйственной техники как для государственных, так и для местных фермеров. Эта государственная корпорация производит различные сельскохозяйственные продукты, в первую очередь зерновые и продукцию животноводства. В состав корпорации входят фермы Целот-Ади'гуадад и Халхале. Применяя традиционные методы ведения сельского хозяйства не уделяется внимание организации выполнения механизированных работ и оценки их качества. Слабые и сильные стороны операций не выявляются, поскольку отсутствует культура научной оценки любой операции.

Производительность машин - один из важнейших базовых показателей для оценки эффективности выполнения технологических операций. Практиков, не волнует ни качественный аспект полевых работ, ни производительность и эффективность используемых машин. Операции выполняются без основы каких-либо надежных руководств или стандартов; скорее, они зависят от общих знаний и понимания операторов техники. Система полностью ориентирована на традиционные методы и не знает, можно ли повысить производительность даже при той же структуре управления.

Кроме того, ECLC обычно планирует посев пшеницы с учетом наступления сезона дождей, который обычно начинается в середине июня - июле. Учитывая, что

почва глинистая и существует высокая вероятность того, что с началом лета дожди будут идти каждый день, это усложняет посевные работы и заставляет прибегать к традиционным методам посева, то есть к ручному высеву. В таких условиях, как в Эритрее (более короткий сезон дождей), посев является очень важной операцией. Ведь любая незначительная задержка в посевной может привести к частичной или полной потере урожая. С другой стороны, культура, которая созревает на неделю или две раньше обычного сезона созревания, также может оказаться под угрозой потери урожая из-за дождей; таким образом, посев раньше обычного времени, просто наблюдая за осадками, также может быть риском. Поэтому для производства пшеницы в высокогорных районах Эритреи очень важно завершить посевную в оптимальное время. Определение критических дат посева помогает определить сроки выполнения других полевых операции, такие как основная обработка почвы и предпосевная обработка. Однако оптимальное распределение машин для подготовки поля (обработки почвы) и посева, исходя из размера поля и имеющихся ограничений по времени для выполнения конкретных операций, упускается из виду. Эта проблема часто связана с непредсказуемым характером осадков, что приводит к задержкам в посеве или оставлению незасеянных участков.

Решение этих проблем путем оптимизации операций по обработке почвы и посеву, а также контроля качества полевых работ может оказать значительное влияние на производительность сельского хозяйства и продовольственную безопасность Эритреи.

Поставленная соискателем цель исследования повышение эффективности механизированных сельскохозяйственных работ за счет улучшения качества работ и увеличения производительности машин актуальна для области эксплуатации и особенно для условий Эритреи.

Задачи исследования конкретны и формируют логичную общую схему исследования.

Научная новизна исследования заключается в разработке методики контроля точности вождения МТА с использованием цифровой карты поля, мобильного приложения к смартфону для позиционирования машинно-тракторных агрегатов в системе ГИС на удаленных сельскохозяйственных полях. Для условий

фермы Целот-Ади Твадад Эритреи рекомендована и адаптирована бальная система оценки качества механизированных работ для основной и предпосевной обработки почвы и посева зерновых мотивирующая повышение качества. Обоснованы агротехнические ограничения для рабочей скорости посева. Предложена оригинальная система анализа и оптимизации маршрута движения МТА, позволяющая уменьшить холостые переезды.

Теоретическая значимость. Данное исследование развивает теоретические представления о точном земледелии, представляя недорогой, основанный на мобильном приложении подход для оценки точности машинно-тракторных агрегатов в удаленных районах, где нет доступа к интернету или современных корректоров наведения. Это устраняет пробел в доступных технологиях точного земледелия. Кроме того, в исследовании уточняются существующие модели взаимодействия машины и трактора путем анализа того, как неровности почвы, полевые препятствия и различные условия местности влияют на точность высева, что расширяет знания о механических и экологических факторах, влияющих на производительность и качество высева. Кроме того, определяя оптимальные рабочие скорости с помощью экспериментов на конкретных полях в условиях Эритреи, данное исследование обогащает теоретические модели эффективности машин в полузасушливых условиях, поддерживая адаптацию точного земледелия к различным агроклиматическим условиям.

Практическая значимость работы. Практическая значимость исследования заключается в его непосредственном применении для повышения производительности МТА, особенно в отдаленных сельскохозяйственных районах с ограниченной технологической инфраструктурой. Внедрение недорогого мобильного приложения для оценки точности машинно-тракторных агрегатов предоставляет фермерам и агрономам доступный инструмент для оценки производительности, снижая зависимость от дорогостоящих систем наведения. Уточненное понимание неровностей почвы, препятствий на поле и изменчивости рельефа позволяет лучше настроить и отрегулировать машины, что ведет к повышению точности и эффективности посева. Кроме того, определение оптимальной рабочей скорости для условий Эритреи позволяет фермерам повысить качество выполнения

технологических операций, увеличить производительность, снизить расход топлива.

Степень достоверности – исследования основаны на результатах экспериментальных исследований, которые проводились с использованием хорошо известных математических моделей. Теоретическая основа исследования базируется на общепризнанных достижениях как фундаментальных, так и прикладных научных дисциплин, обеспечивая прочную базу для анализа. Экспериментальная составляющая еще более усиливается благодаря включению статистических данных из авторитетных источников, таких как национальное министерство сельского хозяйства, что подкрепляет выводы и повышает достоверность результатов. Кроме того, методы, использованные в исследовании, тщательно протестированы и проверены с помощью расчетов, адаптированных к конкретным задачам исследования. Внедрение рекомендаций, полученных в результате данного исследования, может значительно повысить эффективность и производительность машинно-тракторных агрегатов (МТА), что в конечном итоге будет способствовать достижению более широкой цели - увеличению сельскохозяйственного производства и поддержке устойчивых методов ведения сельского хозяйства.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

1. По природно-климатическим и почвенным характеристиками наиболее благоприятными для возделывания пшеницы являются южный (осадки 300-600 мм) и центральный регионы (осадки 100-500 мм) Эритреи. Средняя температура увеличилась за последние годы на 1,7 °C. В этой зоне производится около 70% зерновых культур. Вывод достоверен и конкретизирует зону производства пшеницы

2. Вывод основан на данных хронометражных наблюдений и доказывает возможность увеличения производительности на посеве зерновых в 2,5 раза, чем в обычной практике. Среднее значение $K_{см}$ для трех МТА, работавших на предпосевной обработке почвы, составило 0,59 и 0,37 соответственно. Такое различие объясняется потерей времени на очистку рабочих органов от налипающей почвы, вызванной ошибочным выбором орудий без учета состояния почвы и ее влажности.

3. Топографические особенности, микрорельеф и конфигурация поля оказывают существенное влияние на производительность МТА при посеве.

Корреляция между совокупным коэффициентом снижения эффективности η и обобщенным коэффициентом на местные условия $K_{об}$ находится на высоком уровне ($R^2 = 0,79$). Поэтому автор обоснованно рекомендует для повышения производительности улучшить общую планировку поля с помощью выравнивания, а также проводить полевые работы с учетом специфики поля и кинематических характеристик агрегата.

4. Оптимальное время для посева пшеницы для южных и центральных регионов Эритреи с 11 июня обосновано на статистических данных по осадкам. Максимальное количество дней, подходящих для посева, составляет 14 дней. Рекомендуемый срок снизит риск от повышенного количества осадков в конце июня и засушливого периода при раннем посеве.

5. При посеве стандартные маркеры не обеспечивают заданную точность вождения из-за особенностей климата и низкого качества предпосевной подготовки почвы. В этом случае для соблюдения требований по ширине стыковочных междурядий автор рекомендует использовать системы автоматического вождения. Вывод обоснован.

6. Для дружных всходов важно обосновать и обеспечить соблюдение требований по глубине посева. При выравнивании поверхности после вспашки дисковым плугом 4,88 % и низкого качества предпосевной обработки автор делает вывод о том, что дисковый плуг не обеспечивает требуемое качество обработки, поэтому необходимо рассмотреть возможность использования безотвальной технологии или гладкой вспашки, для предпосевной подготовки почвы рекомендуется применять комбинированные агрегаты. Вывод обоснован.

7. Вывод декларативен. Заданная густота растений обеспечивается регулировками высеивающего аппарата.

8. Вывод 6 и 8 целесообразно объединить. Наилучшее значение глубины посева находится в диапазоне 3,75 ... 5 см (среднее = 4,375). По данным исследований средняя глубина посева составила 2,36 см, коэффициент вариации - 25,25%. Т-тест подтвердил, что среднее значение теста и среднее фактическое значение показали статистическую разницу. По методике балльной оценки 30 % глубин были признаны хорошими показателями, а остальные (70 %) - средними. Для обеспечения заданной

глубины посева автор предлагает имитационную модель прогнозирования глубины посева с помощью предиктивного профайлера программного комплекса JMP Trial. С доверительной вероятностью 0,95 будет обеспечена средняя глубина посева 4,1 см, доверительный интервал 3,8-4,3 см при скорости 8 км/ч. При повышении качества предпосевной обработки возможно увеличить рабочую скорость МТА до 10 км/ч.

9. Сбалансировав нагрузку между имеющимися МТА можно одновременно выполнить основную, предпосевную обработку почвы и посева, обработав 1290,34 га земли минимум в течение 14 дней. Данная модель может быть адаптирована (с изменениями или без) к аналогичным полевым операциям и поможет лицам, принимающим решения, заранее спланировать эффективное выполнение полевых операций в напряженный период. Вывод обоснован.

10. Модель оптимизации маршрута позволила минимизировать холостые пробеги машинно-тракторного агрегата между полями и машинотракторным парком. Эта модель помогает планировать перемещения на нужные участки в течение смены (дня), а также может быть адаптирована к другим аналогичным полевым работам с внесением или без внесения изменений в модель. Вывод обоснован.

Продолжение исследований для повышения качества и эффективности полевых операций рекомендуется рассмотреть использование комбинированных агрегатов и современные технологии обработки почвы, такие как безотвальная обработка и комбинированные агрегаты для предпосевной обработки, с одновременной оптимизацией планировки поля. Использование автоматических систем управления движением и моделей оптимизации маршрутов позволит повысить точность посева и сократить холостые пробеги. Баланс нагрузки между имеющейся техникой и ее адаптация к другим операциям дополнительно увеличат производительность и обеспечат эффективное управление полевыми работами в период пиковых нагрузок.

Заключение о соответствии диссертации требованиям и критериям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Медхн Тесфит Асрат представляет собой законченное самостоятельно выполненное исследование по обоснованию оптимизации методов обработки почвы и посева для повышения производительности и устойчивости в условиях Эритреи. Обладает внутренним единством, содержит новые научные

результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Полученные результаты исследования и практической реализации свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку.

По результатам исследований соискателем опубликовано 10 научных работ в изданиях (РИНЦ), в том числе 2 в изданиях ВАК общим объемом 4,99 п.л., авторский вклад 86,17 %.

Автореферат отражает основные положения, изложенные в диссертации. Текст диссертации, выставленный на сайте идентичен представленному экземпляру. Диссертация содержит ссылки на 145 отечественных и зарубежных источника.

Замечания по диссертационной работе

1. Содержание диссертационной работы не соответствует тексту, пропущен раздел 1.8, нумерация разделов 1.9-1.11 и их номера страниц не соответствуют тексту работы.

2. В методологии и методах исследований диссертационной работы и автореферата указано использование различного программного обеспечения для обработки и анализа статистических данных. В автореферате указано, что использовался SAS, а в тексте диссертационной работы программа JMP Trial.

3. Данные в тексте главы 1 диссертационной работы на стр. 13 не соответствуют данным таблицы 1.1, в которой приведена сводная статистика максимальной и минимальной температуры, скорости ветра и продолжительности солнечного сияния в NARI.

4. В диссертационной работе на стр.18-19 рассмотрены данные по распределению осадков и приведены значения среднемесячного количества осадков за период с 1992 по 2020 год. Непонятно почему для анализа используются устаревшие данные 2020 года, а не более свежие показатели, например, 2022 года. Замечание актуально для всей работы.

5. В диссертации в таблице 1.4, в которой приведен календарь сельскохозяйственных работ для типичного четырехлетнего цикла возделывания (применимо для пшеницы и ячменя, конских бобов, льна и чечевицы), на 1-ом годе вынашивания отсутствуют данные о выполнении посевных работ. Необходимо пояснение, почему отсутствуют данные о посеве при наличии в календаре уборки

урожая.

6. В разделе 1.7 диссертационной работы приведена информация об общем количестве зарегистрированных машин, которая включает в себя позиции «4-колесный трактор» и «трактор». Требуется пояснить, в чем отличие между указанными тракторами в составе машинно-тракторного парка в Эритрея.

7. На стр. 47 диссертационной работы приведена информация, что различные комбайны могут прессовать солому в тюки определенного веса и формы. Комбайны не могут прессовать растительную массу, для этого применяются пресс-подборщики.

8. В диссертационной работе в таблице 2.2, в которой приведены характеристики тракторов, указано значение КПД. Для трактора одной модели, но с разными колесными формулами, указано одинаковое значение КПД, однако исходя из известных формул расчета из технической литературы, КПД должен различаться. Проводилась ли проверка показателей, приведённых в данной таблице.

9. В разделе 2.4 нумерация рисунков не соответствует ссылкам, приведенным в тексте. Данное замечание актуально и для других разделов диссертационной работы.

10. На стр. 98 диссертационной работы приведен параметр равномерности распределения мелких семян по глубине $\pm 0,05$ см. Из каких источников взята данная информация и является ли она достоверной.

11. В диссертационной работе на стр. 134 приведены исходные данные, о количестве используемой технике в хозяйствах Целот-Ади'Гуэдад и Халхале, которые включают 6 тракторов New Holland T7060, 8 тракторов New Holland T6050, 3 трактора Massey Ferguson 465 (4WD) и 4 трактора New Holland T6090. Однако в последующих расчетах используются данные для 5 тракторов Massey Ferguson 465 (4WD). Аналогичное замечание относится к автореферату.

12. В 4-ом выводе диссертационной работы приведены противоречивые данные, полученные в результате исследований, а именно указано, что оптимальный период посева для южных и центральных регионов Эритреи с 11 по 30 июня. Однако далее приводится информация, что посев в данный период снизит риск от повышенного количества осадков в конце июня. Из вывода не совсем ясно, в какой период проводить посев, чтобы избежать повышенного количества осадков в конце июня.

13. По тексту диссертационной работы в большом количестве встречаются орфографические ошибки.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Медхн Тесфит Асрат соответствует критериям, указанным в п. п. 9-11, 13-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г, № 842, а ее автор, Медхн Тесфит Асрат, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, главный специалист центра сельскохозяйственного машиностроения ФГУП «НАМИ», 125438, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2, тел.: +7 (963) 761-60-26, e-mail: gribov-ivan2010@yandex.ru

10 июня

2025 г.

Грибов Иван Васильевич

Подпись канд. техн. наук, Грибова И.В., удостоверяю.

Учёный секретарь ФГУП «НАМИ», канд. техн. наук

10. 06

2025 г.

Мухаметзянов Ринат Гарапшевич

Справочные данные:

Мухаметзянов Ринат Гарапшевич, кандидат технических наук,
125438, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2. Тел.: +7(495)456-57-00, доб. 69-21.
e-mail: r.muhametzyanov@nami.ru

Полное наименование организации:

Государственный научный центр Российской Федерации федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильные и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»).

Почтовый адрес: 125438, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2.

Тел.: +7(495)456-57-00; e-mail: info@nami.ru