

УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский
государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

Воронина А.А.

2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Диссертация «Совершенствование рулевого привода колесного сельскохозяйственного трактора с изменяемой колеёй» выполнена на кафедре прикладной механики агроинженерного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ) Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Шередекин Павел Викторович обучался в очной аспирантуре на кафедре прикладной механики агроинженерного факультета ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Соискатель Шередекин Павел Викторович окончил агроинженерный факультет ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ в 2017 году с отличием по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» с присвоением квалификации – бакалавр, в 2020 году – с отличием по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», квалификация – магистр. В период с 01.09.2023 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре в ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Беляев

Александр Николаевич, работает заведующим кафедрой прикладной механики ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

По результатам рассмотрения диссертации «Совершенствование рулевого привода колесного сельскохозяйственного трактора с изменяемой колеей», выполненной на кафедре прикладной механики ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, принято следующее заключение.

Заключение

Актуальность темы

В настоящее время в Российской Федерации сельскохозяйственное производство становится одной из ведущих отраслей экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность страны и дающей прибыль. Существует устойчивая тенденция роста посевных площадей сельскохозяйственных культур и их урожайности. При этом по количеству тракторов на 1000 га Россия значительно отстает от ведущих мировых лидеров в аграрном секторе, но при этом сокращение возможности импорта техники из недружественных стран ведет к увеличению спроса на качественную современную сельскохозяйственную технику.

Основным мобильным энергетическим средством, на базе которого в настоящее время строятся сельскохозяйственные агрегаты различного типа, является трактор. Почти все работы в растениеводстве в современных условиях выполняются агрегатами на базе колесных тракторов. Тракторы типа «Беларус» составляют около 90 % российского рынка в сегменте мощностей 80...100 л.с. Реализованная в этих тракторах схема поворота передними управляемыми колесами является наиболее распространенной.

Для эффективной работы машинно-тракторного агрегата (МТА) при выполнении полевых работ большое значение имеет обеспечение устойчивого движения мобильного энергетического средства на всех участках траектории, в том числе при выполнении поворотов. Для обеспечения общей устой-

чивости и адаптации тракторов при комплектовании агрегатов в их конструкции реализована возможность изменения колеи. Регулирование колеи управляемых колес пропашных тракторов при применяемых в конструкциях неизменных углах установки поворотных рычагов рулевой трапеции приводит к нарушению кинематических параметров криволинейного движения агрегата, вследствие чего смещается центр скоростей. При этом происходит отклонение трактора от заданной траектории движения из-за бокового скольжения управляемых колес, и как следствие, повышение затрат мощности и увеличение динамических нагрузок на узлы и детали, снижение качества выполняемых сельскохозяйственных работ. Таким образом, возникает противоречие между расширением функциональных возможностей трактора за счет регулирования колеи, и изменением исходной геометрии рулевой трапеции, приводящим к нарушению кинематики криволинейного движения.

В связи с вышеизложенным, научные исследования, направленные на поиск путей повышения устойчивости криволинейного движения МТА за счет совершенствования конструктивно-геометрических параметров элементов системы рулевого управления, являются актуальными, имеющими важное значение для развития тракторостроения и сельскохозяйственного производства в Российской Федерации. Так как наиболее часто в рулевом приводе систем рулевого управления применяется четырехзвенный механизм рулевой трапеции, то именно этот тип трапеции принят к рассмотрению в работе.

Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы агроинженерного факультета ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ «Инновационные направления совершенствования процессов и технических средств механизации и электрификации сельскохозяйственного производства», п. 2.1. «Инновационные направления совершенствования процессов и технических средств механизации производства продукции растениеводства», утвержденной ученым советом университета (номер государственной регистрации 01.200.1-003986).

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Лично соискателем получены следующие научные результаты, изложенные в диссертации:

- усовершенствованная конструкция рулевой трапеции трактора;
- результаты экспериментальных исследований: определение координат действительной траектории движения трактора и МТА с базовой и модернизированной рулевой трапецией.

При участии соискателя получены следующие результаты:

- методика определения геометрических параметров рулевой трапеции и кинематических характеристик поворота колесной машины;
- алгоритмы расчета кинематических и динамических характеристик криволинейного движения трактора.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов и выводов, полученных в диссертации, обеспечивается применением общенаучных методов и приемов. Экспериментальные исследования выполнены на сертифицированном современном оборудовании по апробированным методикам. Сходимость теоретических и экспериментальных данных позволяет говорить об адекватности полученных аналитических зависимостей и не противоречит фактам, известным из специальной литературы.

Разработанные научно-техническая документация и опытные образцы усовершенствованной конструкции рулевой трапеции используются на сельскохозяйственных предприятиях: ООО НПКФ «Агротех-Гарант Березовский»; ООО селекционно-семеноводческое предприятие «НИВА»; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений». Результаты, полученные в диссертации, используются в учебном процессе агроинженерного факультета ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Агроинженерия» и инженеров по

специальности «Наземные транспортно-технологические средства».

Основные положения работы доложены и обсуждены на ежегодных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (2022–2025 годы), на международных научно-практических конференциях (г. Воронеж, 2023, 2024 годы), на национальных научно-практических конференциях (г. Воронеж, 2023–2025 годы).

Научная новизна результатов проведенных исследований

Научную новизну диссертационной работы составляют:

- установленные закономерности между геометрическими характеристиками четырехзвенной рулевой трапеции трактора Беларусь-80.1 при изменении шкворневой колеи;
- полученные аналитические зависимости для определения текущего значения радиуса кривизны фактической траектории движения колесной машины и смещения мгновенного центра поворота от линии продолжения задней оси машины, отличающиеся учетом изменения шкворневой колеи и углов поворота наружного и внутреннего колес;
- обоснованные геометрические параметры четырехзвенной рулевой трапеции трактора Беларусь-80.1, отличающиеся тем, что определены с учетом длин ее боковых рычагов и их углового положения;
- экспериментально установленные характеристики криволинейного движения МТА на базе трактора Беларусь-80.1 с усовершенствованной рулевой трапецией, отличающиеся тем, что учитывают изменение шкворневой колеи.

Практическая значимость работы

Практическую значимость работы составляют:

- усовершенствованная конструкция рулевой трапеции, позволяющая повысить устойчивость криволинейного движения МТА при изменении колеи управляемых колес, снизить боковое скольжение управляемых колес при

повороте;

- программные модули, которые позволяют выполнить расчет и выбор рациональных величин эксплуатационных параметров и кинематических характеристик МТА на персональном компьютере с высокими производительностью и точностью.

Ценность научных работ

Значение для науки имеют:

- формулы для определения минимального радиуса фактического поворота колесной машины, реализуемого четырехзвенной рулевой трапецией, и смещения мгновенного центра поворота от линии продолжения задней оси машины;

- уравнения для определения углов установки и рабочей длины поворотных рычагов, которые позволяют провести расчет их требуемых значений при регулировке колеи, дополняющие теорию криволинейного движения МТА.

Соответствие диссертации требованиям, установленным пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней

В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на источники заимствования, результаты научных работ, выполненные соискателем в соавторстве, без ссылок на соавторов, а, следовательно, соблюдены требования пункта 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842.

Научная специальность и отрасль науки, которым соответствует диссертация

Диссертационное исследование соответствует пунктам: 5 «Мобильные и стационарные энергетические средства, машины, агрегаты, рабочие органы

и исполнительные механизмы» и 9 «Методы, средства исследований и испытаний машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса» паспорта специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Данные, представленные в публикациях, в полной мере отражают изложение материалов диссертации, так как подготовлены по результатам выполненных соискателем исследований в процессе работы над диссертацией.

По теме диссертационной работы опубликовано 24 научных работы, в том числе девять статей – в изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций. По результатам диссертационной работы получено четыре патента Российской Федерации на полезные модели и четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Публикации в рецензируемых научных изданиях

1. Обоснование геометрических параметров рулевой трапеции колесной машины / А.Н. Беляев, В.И. Оробинский, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 2(77). – С. 116-123.

2. Методика аналитического определения действительной траектории поворота колесной машины / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, А.Е. Новиков, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 3(78). – С. 151-158.

3. Влияние жесткости навесной системы на устойчивость криволинейного движения машинно-тракторного агрегата / А.Н. Беляев, Д.Н. Афоничев, Т.В. Тришина, А.Е. Новиков, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая // Наука в Центральной России. – 2023. – № 2(62). – С. 115-126.

4. Согласование геометрических и кинематических характеристик криволинейного движения транспортного средства / А.Н. Беляев, В.И. Оробин-

ский, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин, А.Е. Новиков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 17, № 1(80). – С. 94-101.

5. Определение положения мгновенного центра поворота и радиуса поворота при изменении ширины колеи колёсного трактора / А.Н. Беляев, В.И. Оробинский, А.В. Химченко, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Наука в Центральной России. – 2024. – № 3(69). – С. 73-84.

6. Согласование геометрических характеристик фактического поворота колёсной машины / А.Н. Беляев, В.И. Оробинский, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин, А.М. Мухин // Наука в Центральной России. – 2024. – № 5(71), – С. 105-112.

7. Математическое моделирование бокового скольжения колесной машины при повороте / А.Н. Беляев, Д.Н. Афоничев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Наука в Центральной России. – 2024. – № 5(71). – С. 113-128.

8. Исследование кинематики поворота колесной машины с изменяемой колеей / А.Н. Беляев, А.В. Химченко, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 5. – С. 542-552.

9. Обоснование рациональной геометрии рулевой трапеции транспортного средства с изменяемой колеей / А.Н. Беляев, В.И. Оробинский, А.В. Химченко, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Наука в Центральной России. – 2025. – № 1(73). – С. 43-55.

Публикации в материалах конференций, научных журналах и сборниках научных трудов

10. Беляев А.Н. Методика исследования кинематики поворота колесной машины / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 20 февраля 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 101-106.

11. Беляев А.Н. Методика определения момента сопротивления повороту колесной машины / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 20 февраля

ля 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 106-110.

12. Беляев А.Н. Основные типы систем рулевых управлений автомобилей / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Проблемы и перспективы конструктивного совершенствования отечественного автомобилестроения: материалы всероссийской научно-технической конференции (Россия, Воронеж 12 апреля 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2023. – С. 24–32.

13. Шередекин П.В. Рулевая трапеция колесной машины / А.С. Зенин, П.В. Шередекин, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 74-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов (Россия, Воронеж, 1 апреля – 31 мая 2023 года). – Ч. VI. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 13-16.

14. Беляев А.Н. Рулевое управление колесных тракторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 06 – 07 июня 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 427-436.

15. Основные геометрические параметры рычажного механизма рулевой трапеции транспортного средства / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая // Актуальные вопросы физико-математических и технических наук в свете современных исследований АПК: материалы национальной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 23 октября 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 109-114.

16. Беляев А.Н. Обоснование геометрических параметров рулевой трапеции транспортного средства с изменяемой колеей / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 30 ноября 2023 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 8-11.

17. Шередекин П.В. Рулевая система поворота транспортного средства / П.В. Шередекин, А.М. Мухин, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития

аграрной науки: материалы 75-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов (Россия, Воронеж, 15 февраля – 31 марта 2024 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2024. – С. 192-196.

Патенты на полезные модели

18. Патент на полезную модель № 217686 U1 РФ, МПК В62D 7/14, В62D 12/00. Рулевая система поворота транспортного средства / А.Н. Беляев, В.Д. Бурдыкин, Т.В. Тришина, А.Е. Новиков, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2023105280; заявл. 07.03.2023; опубл. 12.04.2023. – Бюл. № 11. – 7 с.

19. Патент на полезную модель № 217687 РФ, МПК В62D 7/14. В62D 12/00. Рулевая система поворота шарнирно-сочлененного транспортного средства / А.Н. Беляев, В.Д. Бурдыкин, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2023105281; заявл. 07.03.2023; опубл. 12.04.2023. – Бюл. № 11. – 9 с.

20. Патент на полезную модель № 223125 РФ, МПК В62D 53/04. Устройство для соединения полурам сочлененного транспортного средства / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, В.В. Шередекин, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2024100138; заявл. 24.10.2023; опубл. 01.02.2024. – Бюл. № 4. – 4 с.

21. Патент на полезную модель № 224040 РФ, МПК В62D 7/16. Рулевая трапеция колесного транспортного средства с изменяемой колеей / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2024100138; заявл. 09.01.2024; опубл. 13.03.2024. – Бюл. № 8. – 6 с.

22. Патент на полезную модель № 225960 РФ, МПК В62D 7/16, 7/00. Рулевая трапеция колесного транспортного средства с изменяемой колеей / А.Н. Беляев, П.В. Шередекин, Т.В. Тришина, А.В. Химченко, А.М. Мухин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2024108708; заявл. 02.04.2024; опубл. 15.05.2024. – Бюл. № 14. – 7 с.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023612456 РФ. Программа расчета, построения и сравнения теоре-

тической и действительной траекторий кругового беспетлевого поворота колесной машины / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина, А.Е. Новиков, П.В. Шередекин, И.А. Высоцкая; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2023611594; заявл. 03.02.2023; опубл. 03.02.2023.

24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617466 РФ. Аналитическое и численное сравнительное исследование кинематики трактора с переменной колеей для чистого поворота и кинематики, обеспечиваемой возможностями рулевой трапеции / А.Н. Беляев, А.В. Химченко, Т.В. Тришина, П.В. Шередекин, А.М. Мухин; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – №2024616558; заявл. 02.04.2024; опубл. 02.04.2024.

Лично соискателем выполнено 3,23 п.л.

Личный вклад соискателя заключается в постановке цели, задач и выборе методов исследований [1, 3, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20], разработке программы и методики экспериментальных исследований [10, 11], проведении опытов [6, 9], получении аналитических зависимостей и проведении расчетов [2, 4, 5], разработке компьютерных программ [23, 24], модернизации рулевой трапеции трактора [17, 21, 22], обработке результатов экспериментов [8].

Характеристика соискателя

Шередекин Павел Викторович родился 19 октября 1994 года в г. Воронеже. Окончил агроинженерный факультет ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ в 2017 году с отличием по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» с присвоением квалификации – бакалавр, в 2020 году – с отличием по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», квалификация – магистр. В период с 01.12.2017 года по 01.12.2018 года проходил срочную службу в Российской армии. По окончании магистратуры работал в ООО «Сингента». С 01.09.2023 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре в ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агро-

промышленного комплекса.

Заключение

Диссертация на тему «Совершенствование рулевого привода колесного сельскохозяйственного трактора с изменяемой колеёй», представленная Шередекиным Павлом Викторовичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842.

Диссертация на тему «Совершенствование рулевого привода колесного сельскохозяйственного трактора с изменяемой колеёй», представленная Шередекиным Павлом Викторовичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, рекомендуется к представлению в диссертационный совет по заявленной специальности.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры прикладной механики агроинженерного факультета ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Присутствовало на заседании 26 человек, в том числе 6 докторов наук. Результаты голосования: за – 26, против – нет, воздержались – нет, протокол от 06.10.2025 года № 010118-03.

Доцент кафедры прикладной механики,
кандидат технических наук,
доцент

Тришина Татьяна Владимировна

Декан агроинженерного факультета,
заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин,
тракторов и автомобилей,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Оробинский Владимир Иванович