

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

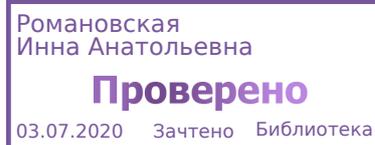
На правах рукописи

Жидов Андрей Юрьевич

**Разработка автоматизированной системы управления
автономной агротехнической самодвижущейся
платформы**

Направление подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Соловьёв Вячеслав Алексеевич

Рецензент

кандидат технических наук,
главный инженер, ООО «Одиссей-ДВ»
Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится « 29 » июня 2020 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 18 июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Опорой машин и механизмов, применяемых в земледелии, как известно, служит сам объект обработки – почва, которая по физическим показателям является средой неоднородной.

Академик В. П. Горячкин, разработавший теоритические основы расчета сельскохозяйственных машин, справедливо считал, что рассчитать плуг сложнее, чем крыло самолета и главная причина в том, что почва – чрезвычайно неоднородная среда. Колебания величины нагрузок и их направление абсолютно непредсказуемы и не поддаются расчетам.

Работа в таких условиях, современные сельскохозяйственные машины не в состоянии выдержать заданные параметры технологии возделывания сельскохозяйственных культур, норм высева семян, удобрений, глубина заделки семян, глубины вспашки и многое другое.

Значительную часть энергии современные сельскохозяйственные машины при подготовке почвы, уходе за растениями и уборке урожая затрачивают на собственное перемещение. Величина эта в значительной мере зависит от типа почв, рельефа, увлажнения, физических и химических свойств почв.

Таким образом, современные системы сельскохозяйственных машин не обеспечивают выполнения параметров, предусмотренных технологиями, энергозатратные и с малым КПД. Интенсивность обработок, использование мощных и тяжелых машин приводит к уплотнению и распылению почв, к развитию эрозионных процессов, потере значительных площадей сельскохозяйственных угодий.

В целях решения проблемы точности выполнения технологических параметров, снижения зависимости сроков выполнения сельскохозяйственных работ от погодных условий, снижение энергозатрат, внедрение автоматизации и ряда других проблем устойчивого обеспечения растений всем комплексом факторов жизни и высокой из продуктивности, а

также сохранения плодородия почв и экологии окружающей среды предлагаются ряд технологий и машин, объединенных в понятие «точное земледелие».

Всю проблему реализации «точного земледелия» можно условно систематизировать в три блока:

1) определение в почве и растениях в период вегетации уровня обеспеченности элементами жизнедеятельности, потребности в минеральных удобрениях, химических средствах и защиты растений от болезней и вредителей, их фиксации в электронной памяти;

2) экологичность земледелия: снижение разрушения структуры и уплотнения почвы, создание оптимального водно-воздушного режима почвы с целью обеспечения условий для почвенных бактерий, макро- и микроорганизмов. Снижение до предельно допустимых концентраций химических элементов вносимых минеральных удобрений и средств защиты растений от вредителей, болезней и сорных растений;

3) точное выполнение научно-обоснованных технологических параметров: сроков, проведения работ глубины заделки семян, оптимальной площади питания, современного рыхления почвы, механическое удаление сорняков, необходимые по состоянию растений подкормки в период вегетации, качественная уборка урожая.

Наиболее оптимальным вариантом снижения негативного воздействия на почву, точного выполнения агротехнических параметров, снижения энергозатрат и повышение производительности труда является мостовая система земледелия.

Но у этой системы достаточно своих недостатков и поэтому в ФГБОУ ВО «КНАГУ» факультет «Кадастра и строительство» предложил наиболее оптимальный вариант мостовой системы - автономная аграрно-промышленная платформа, которая предназначена для точного возделывания сельскохозяйственных культур, защищенная патентом № 2636472 приоритет от 16.12.2016.

В качестве предпочтительного варианта всех механизмов перемещения и подъема автономной аграрно-промышленной платформы целесообразно выбирать управляемый электропривод, который обеспечит:

- необходимую плавность и точность перемещения механизмов;
- автономность энергообеспечения механизмов;
- гибкость управления механизмами;
- дистанционное управление несколькими механизмами оператором через пульт управления.

Для успешной навигации в пространстве система автономная аграрно-промышленная платформа должна уметь строить маршрут, управлять параметрами движения (задавать угол поворота), правильно интерпретировать сведения об окружающем мире, получаемые от датчиков, и постоянно отслеживать собственные координаты.

Компьютерные системы построения маршрута разработаны достаточно хорошо. Первоначально они создавались для простейших виртуальных сред, и программа, моделирующая действия робота, быстро находила оптимальный путь к цели в двумерных лабиринтах и комнатах, наполненных простыми препятствиями. Когда появились быстрые процессоры, стало возможным формировать траекторию движения уже на сложных трехмерных картах, причем в реальном времени.

Цель работы: Целью магистерской диссертации является исследование расчета и проектирования системы автоматизированного управления автономной аграрно-промышленной платформой, которая предназначена для выполнения комплекса агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур в автоматизированном режиме с выходом на отдельно взятое растение.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) проанализировать требования, предъявляемые к автономной аграрно-промышленной платформе;

2) разработать комплекс управляемых электроприводов автономной аграрно-промышленной платформы для возделывания сельскохозяйственных культур.

3) провести модельное исследование комплекса электроприводов автономной аграрно-промышленной платформы;

4) проанализировать современные методы точного позиционирования по двум критериям (точность, стоимость) и сделать подходящую систему управления для автономной аграрно-промышленной платформы;

5) разработать алгоритмы перемещения и позиционирования автономной аграрно-промышленной платформы для работы в поле;

6) сформулировать выводы о проделанной работе;

7) сформулировать рекомендации.

Методика выполнения работы: используется метод математического моделирования и расчетов на основе теории электротехники, электрического привода, электроники и систем управления. В теоретических исследованиях применялись аналитические, численные и операторные методы расчета. Постановка и обработка численных экспериментов велась с применением электронно вычислительной машины, а именно при помощи программной среды MatLAB (Simulink), CodeVisionAVR.

Научная новизна работы:

1. Разработан комплекс управляемых электроприводов подъема и перемещения автономной аграрно-промышленной платформы

2. Разработана математическая модель динамических процессов, происходящих в автономной аграрно-промышленной платформе (на примере электропривода подъема), что позволило нам сформировать нужную высоту подъема автономной аграрно-промышленной платформы. В полученной системе скорость двигателя не превышает критического значения, то есть оборудование не испытывает перегрузок в процессе подъема автономной аграрно-промышленной платформы.

3. Разработана единая система электроснабжения для унификации и повышения энергоэффективности автономной аграрно-промышленной платформы.

4. Разработаны алгоритмы работы и метод точного позиционирования автономной аграрно-промышленной платформы.

5. Создан программный комплекс для управления перемещением автономной аграрно-промышленной платформы по полю.

Практическая ценность магистерской диссертации, в первую очередь, связана с разработкой автоматизированной системы управления автономной аграрно-промышленной платформы, которая предназначена для точного возделывания сельскохозяйственных культур круглосуточно и в любые погодные условия.

Апробация работы: результаты исследований, включённые в работу, докладывались на II-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (г. Комсомольск-на-Амуре, 2018 г.), на II-ой Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Комсомольск-на-Амуре, 2019 г.) и II-ой Всероссийской научно-практической конференции (Хабаровск, 20-21 сентября 2018 г.), на III-ей Всероссийской национальной научной конференции молодых ученых «Молодежь и наука» (г. Комсомольск-на-Амуре, 2020 г.).

Личный вклад автора. Диссертация является результатом самостоятельных исследований автора, которые проводились с непосредственным его участием. Все научные положения и результаты, определяющие научную новизну и практическую значимость исследования, получены лично автором. Личное участие автора подтверждено публикациями и выступлениями на научно-практических конференциях.

Объём и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Содержит 92 страницы машинописного текста, 47 рисунков, 17 таблиц, 25 источника, приложения отсутствуют.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования. Выбран объект и предмет исследования. Определены цели и задачи, поставлены основные вопросы, возникающие по ходу работы. Дано определение объекта исследования, приведен способ исполнения электромеханической системы и аргументирован его выбор. Подчеркнуты основные особенности и проблемы, касающиеся объекта исследования.

В первой главе проводится обзор автономной аграрно-промышленной платформы: назначение и область применения. Разработали структуру управляемых электроприводов автономной платформы.

Во второй главе проводится разработка комплекса управляемых электроприводов автономной аграрно-промышленной платформы: расчет и выбор мощности приводных двигателей, а также расчет и выбор силовых элементов частотно-регулируемого привода. Разработка единой системы электроснабжения автономной аграрно-промышленной платформы для унификации и повышения энергоэффективности.

В третьей главе проводится разработка моделей системы и исследование динамических характеристик системы регулирования автономной аграрно-промышленной платформы на примере электропривода подъема.

В четвертой главе проводится обзор современных методов точного позиционирования для автономной аграрно-промышленной платформы.

В пятой главе выполнена разработка алгоритмов перемещения автономной аграрно-промышленной платформ, произведен выбор метода точного позиционирования, по составленным алгоритмам, составили фрагменты основных программ управления механизмов автономной аграрно-промышленной платформы используя язык программирования AVR- assembler.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В магистерской диссертации были проанализированы требования, предъявляемые к автономной аграрно-промышленной платформе. Представлено проектирование электроприводов подъема и перемещения автономной платформы. Произведено определение нагрузочных характеристик для приводов автономной аграрно-промышленной платформы. По результатам данных характеристик произведен выбор двигателей электропривода, расчет и выбор силовых элементов частотно-регулируемого привода.

В ходе проделанной работы были рассчитаны основные характеристики, поясняющие работу управляемого электропривода, разработаны, на примере привода подъема, структурная и функциональная схемы управления системой электропривода и произведено, с помощью программного пакета MatLAB (Simulink), моделирование данной системы на различные воздействия.

Для привязки автономной аграрно-промышленной платформы к определенному месту обработки сельскохозяйственных культур, провели анализ современных методов систем точного позиционирования роботизированных объектов по двум критериям (точность, стоимость). Согласно, технико-экономических показателей, выбор был сделан в пользу инфракрасного позиционирования с применением стационарных Wi-Fi станций.

Были разработаны алгоритмы управления автономной аграрно-промышленной платформы, было подобрано, соответствующее требованиям, оборудование для реализации автоматизированной системы управления автономной платформы. С помощью программного пакета CodeVisionAVR было произведено программирование системы управления автономной аграрно-промышленной платформы.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИСЕРТАЦИИ

1 Жидов, А. Ю. Автономная платформа для точного возделывания сельскохозяйственных культур / А. Ю. Жидов, В. А. Соловьёв, О. Е. Сысоев // Электропривод на транспорте и в промышленности [Текст]: труды II Всероссийской научно-практической конференции (Хабаровск, 20-21 сентября 2018 г.) / Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО «ДВГУПС»: под редакцией С. В. Власьевского. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2018.- С. 257-261. – ISBN 978-5-262-008311-5.

2 Жидов, А. Ю. Анализ систем определения местоположения автоматизированного автономного аграрного комплекса / А. Ю. Жидов, В. А. Соловьёв // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08-12 апреля 2019 г.: в 4 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2019. – Ч. 1 – С. 283-286. – ISBN 978-5-7765-1382-4 (Ч. 1).

3 Жидов, А. Ю. Особенности расчета и проектирования систем управления автоматизированным автономным аграрным комплексом / А. Ю. Жидов, В. А. Соловьёв // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018 г.: в 2 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч. 1 – С. 281-284. – ISBN 978-5-7765-13932-0 (Ч. 1).