- 1. *Бусарова Т.А., Колганова Н.В.,* Соколова И.С. Оценка экономического эффекта от внедрения НИ-ОКР на наукоемком предприятии // Вестник НГИЭИ. Княгинино: НГИЭУ. 2018. \mathbb{N}^2 3 (82). C. 130–143.
- 2. Веселовский М.Я., Барковская В.Е. Организационно-экономические аспекты развития малого инновационного предпринимательства // Вестник НГИЭИ. Княгинино: НГИЭУ. 2018. \mathbb{N}^2 6 (85). С. 109–120.
- 3. *Крупин А.Е., Зуйков Д.В.* Отсеивание факторов при планировании эксперимента // Вестник НГИЭИ. $2014. N^{\circ} 4 (35). C. 62–70.$
- 4. *Крупин А.Е., Тарукин Е.М., Маслов И.М.* Износостойкость покрытий при упрочнении зубьев борон электродуговой наплавкой // Вестник ВСГУТУ. $2018. N^{\circ} 3 (70). C. 48-54.$
- 5. Полянская Н.М. Резервы повышения эффективности сельскохозяйственной продукции в условиях импортозамещения // Вестник НГИЭИ. Княгинино: НГИЭУ. 2018. N° 1 (80). C. 96–111.
- 6. Пронин В.М., Прокопенко В.А. Технико-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологий по критерию часовых эксплуатационных затрат / Минсельхоз России. М., 2008. 165 с.

- 7. Синдяев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учеб. пособие для магистров. 2-е изд., перераб. и доп. Серия: Магистр. М.: Юрайт, 2014. 495 с.
- 8. Шкляр В.Н. Планирование эксперимента и обработка результатов. Конспект лекций для магистров по направлению 220200 «автоматизация и управление в технических (мехатронных) системах». Томск, 2010. 90 с.
 - 9. https://tiu.ru.
- 10. http://plavitmetall.ru/elektrody/uoni-13-55-texnicheskie-xarakteristiki.html.

Крупин Александр Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. Россия.

606340, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22а. Тел.: 89108795199.

Ключевые слова: борона; зуб; износостойкость; наплавка; обоснование; рабочий орган; целесообразность; экономия.

THE RATIONALE FOR THE HARDENING THE TEETH OF HARROWS MANUAL WELDING

Krupin Aleksandr Evgenjevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Service", Nizhniy Novgorod engineering-economic University. Russia.

Keywords: harrow; tooth; wear resistance; surfacing; justification; working body; expediency; economy.

The article presents an algorithm to justify the feasibility of hardening the teeth of harrows by surfacing and the results of its implementation. In particular, based on existing methods, it is proposed to determine the cost of materials, the wages of the worker, carried out surfacing, the cost of electricity for surfacing, as well as the overhead per one tooth harrow hardened by the proposed method. The number of deposited teeth of harrows and teeth without hardening is determined, which will require replacement upon transition to the limiting state. Based on the results obtained, cost savings were found for the purchase of teeth requiring replacement during the year on one harrow and in the whole enterprise.

УДК 631.58

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

СОЛОВЬЕВ Дмитрий Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЖУРАВЛЕВА Лариса Анатольевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

БАХТИЕВ Ринат Нягимович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье рассматриваются возможности совершенствования технологии обработки почвы, внесения удобрений, ядохимикатов и орошения путем комплексного внедрения цифровых технологий и интеллектуально-советующих систем управления сельскохозяйственными машинами. В Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И. Вавилова ведутся исследования систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающими удаленный контроль работы, сбор и передачу данных о ходе выполнения технологических операций, основанных на использовании компьютерных технологий. Разрабатывается роботизированная платформа для использования навесного оборудования, выполняющего технологические операции внесения удобрений и полива на основе принципа «точного земледелия». Совершенствуется система управления роботизированного оросительного комплекса.

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности в современном мире – одна из важнейших задач развития сельского хозяйства. Согласно прогнозам [7], производство продовольствия во всем мире должно увеличиться на

70–100 % к 2050 г., чтобы удовлетворить потребности девятимиллиардного населения.

Борьба за повышение плодородия почв ведется разными способами и бессистемно, что заметно снижает эффективность применяемых

11 2019



технологий. Необходим новый подход к ведению сельского хозяйства.

Стандартное расписание обработки (сплошная обработка, полив, удобрение, химизация) не учитывает локальных особенностей местности и приводит к неэффективному результату и перерасходу ресурсов. Необходимо внедрение новых форм управления и уменьшение влияния «человеческого фактора», более эффективное использование сельхозтехники, сокращение затрат на производство продукции, удобрения, ядохимикаты, а также повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Одним из перспективных направлений ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является «точное земледелие», другими словами, это оптимальное управление каждым квадратным метром поля [3]. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов.

Обработка полей производится в зависимости от реальных потребностей выращиваемых в данной области культур, климатических факторов, гидрогеологии, геоморфологии и др. Потребности в обработке почвы, растений ядохимикатами, необходимом количестве удобрений, поливе определяются с помощью современных информационных технологий, включая космическую съемку. При этом требуемые ресурсы дифференцируются в пределах различных участков поля, давая максимальный эффект при минимальном ущербе окружающей среде и снижении общего расхода применяемых веществ.

Одним из наиболее важных вопросов является нахождение оптимального уровня использования удобрений и химикатов в растениеводстве, определение доз их внесения, исключающих негативное воздействие на почву, растения и окружающую среду, а также поддержание оптимальной влажности корнеобитаемого слоя почвы, т.е. оптимизация нормы полива в режиме реального времени. Полученные статистические данные количества внесенных удобрений и воды в каждую точку поля и получаемых результатов, урожайности позволяют в дальнейшем корректировать расход удобрений и воды, обеспечивая экономию, экологическую безопасность и снижая, в конечном счете, себестоимость продукции.

В настоящее время, в той или иной степени, цифровые технологии в сельском хозяйстве используют около 10~% российских хозяйств [1].

Активнее всего используются системы параллельного вождения, информатизации и мониторинга, картирования урожайности и дифференцированного внесения удобрений.

Для управления широкозахватными сельскохозяйственными агрегатами используются системы параллельного вождения (автопилотирования) на базе GPSNAVSTAR (Министерство обороны США, США) / ГЛОНАСС (Роскосмос, Россия). Основными производителями на рынке точного фермерства в секторе спутниковой навигации являются Ag Leader (США), AGCO Corporation (США), CropX (США), John Deere (США), Trimble, Inc. (США), Leica Geosystems (Швейцария) и Monsanto (США). В настоящее время ведущими производителями систем автоматического вождения сельскохозяйственной техники являются John Deere (США), Autonomous Tractor Corporation (США), AGCO Corporation (США) и CNH Industrial (Нидерланды) [7, 8].

Системы параллельного вождения дают аграриям повышение общей производительности машин и качества работы. В результате применения этих технологий сокращаются издержки на топливо, семена, удобрения, средства химической защиты сельскохозяйственных культур.

Технология дифференцированного внесения удобрений представляет собой обеспечение изменения доз удобрений в зависимости от состава почвы, планируемой урожайности и потребностей каждой зоны поля.

По данным Министерства сельского хозяйства, Россия занимает 15-е место в мире по уровню цифровизации сельского хозяйства, а рынок информационно-компьютерных технологий в отрасли оценивается в 360 млрд руб. [1].

В странах Евросоюза технологии точного земледелия применяют около 80 % фермеров, в США – 60 % [7].

Общими направлениями развития мирового сельского хозяйства можно выделить следующие [1, 2, 7]:

точное позиционирование и системы параллельного вождения;

дистанционное зондирование (аэро- или спутниковая фотосьемка), спутниковая системы навигации;

составление цифровых карт и планирование урожайности;

мониторинг состояния посевов с использованием дистанционного зондирования, качества урожая;

дифференцированное внесение удобрений, опрыскивание, полив, предписывающие карты;

платформы и приложения для контроля данных, поступающих с датчиков, техники и других устройств.

Зарубежные разработки в данной области на российском рынке представлены не так давно, и из-за их высокой стоимости, а также отсутствия достаточного количества специалистов, умею-

11 2019

щих с ними работать, при их использовании возникают определенные трудности.

Как видно из проведенного анализа, подобные технологии и технические средства практически не развиты в РФ, элементы систем закупаются отдельными производителями, комплексный подход цифровизации и роботизации производства сельхозпродукции отсутствует в принципе. Очевидна целесообразность проведения теоретических и экспериментальных исследований, обеспечивающая экспортный потенциал и замещение импорта систем управления сельскохозяйственными агрегатами на основе цифровых технологий.

Цель исследования — повышение технического уровня сельскохозяйственной техники и технологии производства сельскохозяйственной продукции на основе цифровых, интеллектуально-советующих систем управления сельскохозяйственными машинами, комплексной автоматизации и роботизации производства.

Перспективным направлением является внедрение точного земледелия (обработка почвы, внесение удобрений, ядохимикатов, полив) с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур при экономном расходовании ресурсов (топлива, удобрений, ядохимикатов, воды, электроэнергии), а также снижение экологической нагрузки на природу внедрением энергосберегающей экологически безопасной технологии производства сельхозпродукции.

Методика исследований. В Саратовском государственном аграрном университете имени Н.И. Вавилова ведутся научно-внедренческие исследования, направленные на создание технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных земель на основе цифровых, интеллектуально-советующих систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающими внесение удобрений, опрыскивание, опыливание и полив.

В настоящее время разрабатывается роботизированная платформа для использования навесного оборудования, выполняющего технологические операции внесения удобрений и полива.

Разработка предназначена для управления беспилотными сельскохозяйственными машинами (роботизированными платформами) нового поколения, полностью роботизированными, без участия оператора.

Микропроцессор контролирует и регулирует технологические параметры, показывает фактическую рабочую скорость, объем выполненной работы, параметры двигателя и удельный расход топлива. Разработанная интеллектуальная система мониторинга и управления обеспе-

чивает контроль функционального состояния и управление работой с передачей всей собранной информации на монитор оператора. Программируемый логический контроллер обеспечивает выполнение агротехнических мероприятий с внесением необходимых удобрений и пестицидов согласно заданному алгоритму.

Результаты исследований. Хорошо себя зарекомендовали роботизированные оросительные комплексы «КАСКАД» с возможностью прецизионного орошения.

Повышение качества полива может быть обеспечено путем изменения поливной нормы в соответствии с уровнем влагозапасов участков поля в режиме реального времени, адаптации режима полива к изменяющимся в течение поливного периода условиям [4–6].

Точный полив дождеванием в зависимости от потребной нормы полива каждого участка поля позволяет значительно снизить расход воды и энергии. В настоящее время ведутся разработки по оптимизации технологии совмещения процесса полива и внесения удобрений, и пестицидов, позволяющие сократить затраты на внесение удобрений при помощи специальной техники, а также уменьшить количество проходов сельскохозяйственной техники в поле.

Система управления обеспечивает контроль функционального состояния и управление работой, дистанционного управления по сотовой связи.

Разработанная технология была реализована на дождевальных машинах «Кубань-ЛК1М» и «КАСКАД» (см. рисунок), установленных на орошаемых полях в ООО «Наше дело» (с. Красный Яр, Энгельсский район Саратовской области) и в УНПО «Поволжье» (2017 г. – с. Степное, Энгельсский район Саратовской области) [4–6].

Заключение. Как видно из проведенного анализа, российский рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве мало развит, отличается незначительным выбором, ограниченными возможностями и отсутствием комплексных решений и внедренных в хозяйствах комплексных технологий повышения продуктивности сельско-



Роботизированный оросительный комплекс «КАСКАД»





хозяйственных земель на основе применения автоматизации и роботизации производственных процессов.

В связи с этим необходимо выполнение следующих мероприятий:

разработка новых принципов, методических подходов, методов, алгоритмов для перехода к «интеллектуальному», «цифровому» сельскому хозяйству, основанному на применении автоматизированных систем принятия решений, автоматизации и роботизации производства;

разработка систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающих удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов;

разработка роботизированных платформ для использования навесного оборудования, выполняющего технологические операции внесения удобрений и полива;

разработка аппаратно-программного комплекса для ведения точного земледелия;

комплексное внедрение точного земледелия; вывод на рынок новой научно-технической продукции отечественного производства, разработанных современных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Аналитический центр Минсельхоза. Режим доступа: https://www.mcxac.ru/.
- 2. Андрийчук В.Г., Варшавский О.В. Точное земледелие в повышении эффективности деятельности аграрных предприятий // Формирование рыночных отношений в Украине. 2018. № 12. –С. 48–55.
- 3. Бикбулатова Г.Г. Технология точного земледелия // Омский научный вестник. 2008. № 2. С. 45–49.

- 4. *Есин А.И., Журавлева Л.А., Соловьев В.А.* Ресурсосберегающие технологии и дождевальные машины кругового действия. Саратов: КУБиК, 2019. 214 с. ISBN 978–5–91818–614–5.
- 5. Журавлева Л.А., Соловьев В.А. Совершенствование технологических приемов полива дождевальными машинами кругового действия «Каскад» // Мелиорация. 2019. \mathbb{N}^2 1(87). С. 78—82.
- 6. Совершенствование технологии полива дождевальными машинами кругового действия «КАС-КАД» / Д.А. Соловьев [и др.] // Научная жизнь. 2019. N° 1. C 57–65.
- 7. *Труфляк Е.В.* Основные элементы системы точного земледелия. Краснодар: КубГАУ, 2016. 39 с.
- 8. *Труфляк Е.В.* Системы параллельного вождения. Краснодар: КубГАУ, 2016. 72 с.

Соловьев Дмитрий Александрович, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Журавлева Лариса Анатольевна, д-р тех. наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Бахтиев Ринат Нягимович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60. Тел.: (8452) 74-96-63.

Ключевые слова: точное земледелие, контроль и управление, цифровые технологии, автоматизация и роботизация сельского хозяйства, ресурсосберегающие технологии.

DIGITAL TECHNOLOGY IN AGRICULTURE

Soloviev Dmitry Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Zhuravleva Larisa Anatolyevna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Bakhtiev Rinat Nagimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: precision agriculture; control and management; digital technologies; automation and robotization of agriculture; resource-saving technologies

The article discusses the possibility of improving the technology of tillage, fertilizers, pesticides and irrigation through the integrated introduction of digital technologies and intellectual-advising control systems of agricultural machines. In Saratov State Vavilov Agrarian University conducted research of control systems of agricultural machinery, providing remote control operation, collecting and transmitting information on the status of implementation of technological operations, based on the use of computer technology. A robotic platform is being developed for the use of attachments that perform technological operations of fertilization and irrigation on the basis of the principle of "precision farming". The control system of the robotic irrigation complex is being improved.



