

5. Юршевич, А. В. Амбарные клещи как вредители зернофуража / А. В. Юршевич, Н. В. Волков // Студенты – науке и практике АПК: материалы 105-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, г. Витебск, 20-21 мая 2020 г., посвящ. 145-летию со дня рожд. первого ректора УО ВГАВМ, проф. Е. Ф. Алонова / Витебская ордена "Знак Почета" гос. акад. ветеринарной медицины; ред. Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск, 2020. – С. 110-111.
6. Engelmann, H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H. D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18. – S. 378-380.

УДК 634.1/.8:004.896(476)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОБОТОВ В ПЛОДОВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (ОБЗОР)

Бруйло А. С., Комякевич Д. С.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. Одной из основных тенденций развития современного сельского хозяйства является автоматизация процессов производства. Сам термин «автоматизация процессов» означает использование автоматизированных устройств, при которых работник частично или полностью освобожден от работы и выполняет функцию оператора. Роботов, используемых в сельском хозяйстве, называют агроботами. Агроботы в плодоводстве могут выполнять следующие функции: 1) осуществление мониторинга посадок; 2) обработка проблемных участков сада средствами защиты растений; 3) сбор плодовой продукции в садах и ягодных плантациях.

Summary. One of the main trends in the development of modern agriculture is the automation of production processes. The term “process automation” itself means the use of automated devices in which the worker is partially or completely relieved of work and performs the function of an operator. Robots used in agriculture are called agrobots. Fruit growing agrobots can perform the following functions: 1) monitoring of plantings; 2) treatment of problem areas of the garden with plant protection products; 3) collection of fruit products in gardens and berry plantations.

Ключевые слова: роботы, агроботы, точное плодоводство, агродроны, уборочные платформы.

Key words: robots, agrobots, precision fruit growing, agrodrone harvesting platforms.

Одной из основных тенденций развития современного сельского хозяйства является автоматизация процессов производства. Сам термин «автоматизация процессов» означает использование автоматизированных устройств, при которых работник частично или полностью освобожден от работы и выполняет функцию оператора. Внедрение

автоматизированных процессов является очень важным аспектом развития современного сельского хозяйства [1].

Робототехника является неотъемлемой частью цифрового сельского хозяйства и, в частности, цифрового садоводства. Сельскохозяйственный робот – это робот, используемый для сельскохозяйственных целей. Роботы могут применяться для сбора данных о состоянии растений или особенностях участка, посадки семян, прополки, опрыскивания гербицидами, внесения удобрений или пестицидов, полива, обрезки, сбора урожая, обработки земли [2].

Продолжающийся рост численности населения, повышение спроса на продукты питания, снижение доступности рабочей силы в сельском хозяйстве, рост затрат на сельское хозяйство – все это стимулирует массовую автоматизацию промышленности в области сельского хозяйства. Передовые страны работают над переходом к безлюдному автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильных и стационарных роботов. Как ожидается, это позволит добиться роста производительности на фоне повышения рентабельности, что обеспечивает снижение себестоимости продукции [3].

Роботов, используемых в сельском хозяйстве, называют агроботами. Рассмотрим применение различных агроботов для улучшения технологических процессов в плодоводстве.

Основные направления использования агроботов в плодоводстве.

Во-первых, в плодоводстве можно применять технологии агродронов. Агродроны в садах можно применять для осуществления мониторинга посадок. При этом они способны выполнять следующие операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование [4].

Агродроны (квадрокоптеры), или беспилотные летательные аппараты (БПЛА), – это относительно новое направление в сельском хозяйстве. Они представляют собой полироторный беспилотный летательный аппарат, половина винтов которого вращается против часовой стрелки, вторая – по часовой, в результате чего квадрокоптер взлетает, летит и маневрирует, выполняя свои агрозадачи. В настоящее время агродроны произвели революцию в аграрной сфере и используются в ключевых направлениях агроиндустрии многих стран: США, Китае, странах Европы, Бразилии, России и пр [5].

Дроны могут быть использованы для борьбы с вредителями и болезнями. Например, в Японии создан Agri Drone, который борется с вредителями, ведущими ночной образ жизни [6]. Японский беспилотник Skyrobot защищает участки от диких животных. С помощью камеры с ИК-датчиком и системы с искусственным интеллектом он выявляет приближающихся к полям животных и отпугивает их с помощью

высокочастотного сигнала или звуков разрыва петард [7]. Исследовательская группа из Университета штата Вашингтон разработала автоматизированную беспилотную систему, которая удерживает вредителей, таких как вороны или европейские скворцы, от поедания винограда и других культур [8].

Во-вторых, если требуется, дрон может обрабатывать проблемные участки средствами защиты растений [9]. Их преимущество состоит в способности осуществлять точечное опрыскивание. Такой подход позволяет фермерам обрабатывать только больные растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай [10].

Специальные дроны, оснащенные лазерами, могут быть использованы с целью прореживания цветков яблони или плодов для точного управления нагрузкой урожаем (рисунок 1) [11].



Рисунок 1 – Агродрон для опрыскивания сельскохозяйственных культур XAG V40

XAG P40 – это еще один специализированный сельскохозяйственный квадрокоптер, предназначенный для опрыскивания и обработки полей, включая борьбу с вредителями и болезнями, а также опрыскивание удобрений. Он оснащен интеллектуальной системой управления, которая автоматически определяет высоту и скорость полета для оптимального опрыскивания. Кроме того, XAG P40 имеет модульную конструкцию, что позволяет легко установить дополнительное оборудование, такое как мультиспектральные камеры или датчики для мониторинга состояния растений и почвы.

Геодезисты с помощью XAG P40 проводят аэрофотосъемку сада и анализируют состояние деревьев. Определяются зоны наибольшего поражения вредителями и болезнями, после чего с помощью того же дрона XAG P40 осуществляется точечное опрыскивание деревьев с применением специальных химических средств. Это позволяет экономить ресурсы, повышает эффективность обработки сада и улучшает урожайность [12].

В-третьих, агроботов можно использовать для сбора плодовой продукции в садах и ягодных плантациях. Например: AGROBOT – робот-сборщик клубники и Vision Robotics Corporation – робот-сборщик апельсинов. Также в Институте информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН был создан прототип мобильного робота для сбора плодоовощной продукции на открытом грунте в безлюдном режиме «AgroMultiBot.Garnet», являющийся первым в составе семейства роботов для безлюдного сельскохозяйственного производства (рисунок 2) [13].

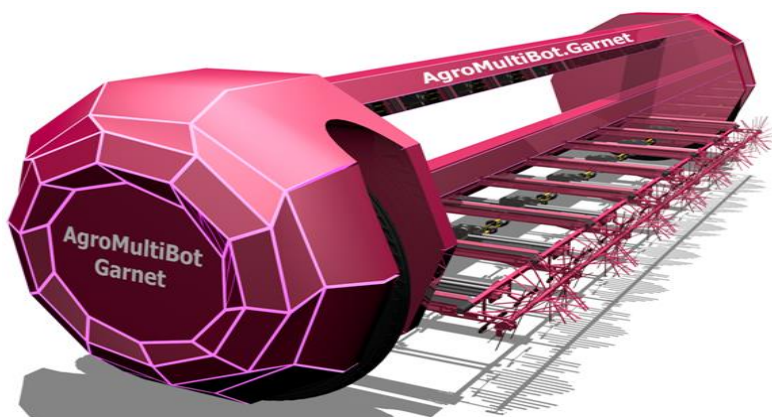


Рисунок 2 – Робот-сборщик плодоовощной продукции
AgroMultiBot.Garnet

Семейство роботов AgroMultiBot реализуется на основе двух ключевых технологий: Try&Fly и MACROS. Try&Fly – универсальная технология самообучения роботов для решения задач целенаправленного перемещения в пространстве и манипулирования объектами на основе нейрокognитивной адаптивной сенсомоторной петли (Neurocognitiveadaptive sensory motor loop (NCASL), реализуемой с помощью мультиагентной рекурсивной когнитивной архитектуры [14, 15].

Проект ЕС CROPS создан для разработки роботов для уборки урожая сельскохозяйственных культур. Проект достиг прогресса в создании техники для сбора яблок, винограда и перца. Успешные испытания прошел Agrobot – сборщик клубники (рисунок 3).



Рисунок 3 – Agrobot – сборщик клубники

Wall-Ye – разработка, которая достигла успехов в сборе винограда. Также компания сделала устройство для сбора черники [16].

Во Всероссийском НИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ, г. Москва) разрабатываются фундаментальные основы создания и применения ИС в сельскохозяйственном производстве, специализированное программное обеспечение, средства автоматизации, инновационные машины и оборудование для получения различной информации об объектах обработки, принятия управленческих решений и реализации высокоточных интеллектуальных технологий производства продукции растениеводства и животноводства. Например, активно ведутся работы по обоснованию технологического применения и разработки интеллектуальных машин для садоводства [17, 18, 19]. Разрабатываемый робот для садоводства оснащается системой технического зрения и различными модулями для обработки садовых растений, например, модулями для лазерного облучения растений, модуля для мониторинга урожайности, модулей для химической и магнитно-импульсной обработки растений [20].

Использование роботизированных платформ, искусственного интеллекта и интернета позволит минимизировать участие человека в производственном процессе [21].

В современных условиях ведения сельского хозяйства использование роботизированных машин в садоводстве позволит создавать высокоинтеллектуальное, автоматизированное производство, позволяющее полностью заменять ручной труд и сокращать потери рабочего времени, связанные с человеческим фактором [22].

Также в современное время в странах Востока и Европы активно используют агродронов и агроботов в плодоводстве для оптимизации производства в садах и на плантациях. Постепенно технологии точного плодоводства и автоматизации процессов производства плодовой продукции переходят в Российскую Федерацию, где уже разрабатываются и используются агроботы для: мониторинга заболеваний, борьбы с вредными организмами и сбора урожая плодовой и ягодной продукции. Из всего выше сказанного можно прогнозировать, что в скором будущем технологии точного производства сельскохозяйственной продукции будут использоваться не только на полях, но и в садах республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пчелинцева, Н. В. Автоматизация сельскохозяйственных процессов: Технические науки / Н. В. Пчелинцева, Н. В. Картечина, В. М. Ворошилова // Наука и образование. – Т. 7, №1 – С. 1-6.
2. Змушко, А. А. Роботы в сельском хозяйстве / А. А. Змушко // Плодоводство. – 2023. – Т. 3. – С. 168-192.
3. Бойко, А. Сельское хозяйство и роботы [Электронный ресурс] / А. Бойко. – RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-roboty>. – Дата доступа: 19.02.2026.
4. Беспилотники в сельском хозяйстве: Геомир. Современные технологии для агробизнеса: [Электронный ресурс]. – Мн., 2019. – 02 дек. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 19.02.2026.
5. Туркин, В. Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В. Н. Туркин, А. В. Шемякин, А. П. Кутейникова // Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – 2025. – С. 7-21.
6. Hardiman, M. Japan's pest-zapping drone [Electronic resource] / M. Hardiman. – Atlas of the Future. – 2016. – URL: <http://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/> (date of access: 19.02.2026).
7. Yano, S. Drones to protect farms from wildlife – and wildlife from us [Electronic resource] / S. Yano. – Nikkei Asia. – 2017. – URL: <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/ Drones-to-protect-farms-from-wildlife-and-wildlife-from-us/> (date of access: 19.02.2026).
8. Agricultural drone [Electronic resource]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_drone (date of access: 19.02.2026).
9. Олехнович, В. Дрон вместо тракториста. Посмотрели на сельскохозяйственный беспилотник в действии [Электронный ресурс] / В. Олехнович. – Onliner. – Режим доступа: <https://tech.onliner.by/2021/10/22/agrarnye-drony>. – Дата доступа: 20.02.2026.
10. Беспилотники в сельском хозяйстве / Геомир. Современные технологии для агробизнеса [Электронный ресурс]. – М. 2019. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 20.02.2026.
11. Замушко, А. А. Дроны в сельском хозяйстве / А. А. Замушко, А. В. Кирченко // Плодоводство. – 2023. – Т. 35, Раздел 3. – С. 193-198.
12. Топ 5 дронов для сельскохозяйственной деятельности / Eft Group: Технологии высококачественного позиционирования [Электронный ресурс]. – М. 2023. – Режим доступа:

- <https://eftgroup.ru/blog/obzory-tovarov/top-5-dronov-dlya-selskokhozyaystvennoy-deyatelnosti>. – Дата доступа: 25.02.2026.
13. Анечков, М. И. Решение проблем автоматизации процесса сбора плодовоовощной продукции [Электронный ресурс] / М. И. Анечков, А. Л. Кильчукова, С. Х. Шалова // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – Мн. 2007-2016. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3826. – Дата доступа: 20.02.2026.
14. Нароев, З. В. Интеллектика или мышление в живых и искусственных системах / З. В. Нароев // КБНЦ РАН. – 2013 – 211 с.
15. Interactive Collaborative Robotics and Natural Language Interface Based on Multi-agent Recursive Cognitive Architectures Interactive Collaborative Robotics / M. Anchokov [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – С. 107-112.
16. Андрианова, Е. А. Роботы в сельском хозяйстве / Е. А. Андрианова, В. В. Инапшба, А. А. Зенов // Сборник статей БГАТУ г. Минска. – 2021. – С. 262-264.
17. Измайлов, А. Ю. Точное земледелие: проблемы и пути решения / А. Ю. Измайлов, Г. И. Личман, Н. М. Марченко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 5. – С. 9-14.
18. Хорт, Д. О. Многофункциональное робототехническое средство с системой технического зрения / Д. О. Хорт, Р. А. Филиппов, А. И. Кутырев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 4(14). – С. 115-121.
19. Анализ технологического применения многофункционального беспилотного робота / А. Ю. Измайлов [и др.] // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства: Сб. Докл. науч. техн. конф. – 2015. – Ч.2. – С. 207-209.
20. Робототехнические средства в растениеводстве / И. Г. Смирнов [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №118(04). – С. 1-11.
21. Структура системы контроля и управления поливом на тест-полигоне «умный сад» / А. И. Завражнов [и др.] // Роль науки в развитии современного садоводства России. – Мичуринск. – 2022. – С. 173-174.
22. Самоходный робот-опрыскиватель для обработки растений земляники и других низкорастущих культур / А. Ю. Измайлов [и др.] // Бюл. – 2015. – № 31.

УДК 633.63:632.952

К ВОПРОСУ ВЫБОРА СПОСОБА ОБРАБОТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЗАЩИТНЫМ ПРЕПАРАТОМ

Бычек П. Н., Филиппов А. И., Цыбульский Г. С., Эбертс А. А.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

***Аннотация.** В представленной статье приводятся результаты теоретических исследований выбора способа обработки корнеплодов сахарной свеклы защитным веществом различных форм (порошкообразная, жидкая, пенная и др.). В результате исследований установлено, что наиболее перспективным способом защиты корнеплодов от гниения является мелкодисперсная обработка их жидким защитным препаратом.*

***Summary.** This article presents the results of theoretical research into the choice of method for treating sugar beet roots with a protective agent in various forms (powder, liquid, foam, etc.). The research revealed that the most promising method for protecting roots from rot is a finely dispersed treatment with a liquid protective agent.*