

Научная статья

УДК 631.171

EDN LWHNLM

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-126-134>

**Перспективы автоматизации выращивания
овощей в открытом грунте с использованием
автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы**

**Олег Евгеньевич Сысоев¹, Евгений Олегович Сысоев²,
Надежда Викторовна Кулякина³**

^{1,2} Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Хабаровский край, Комсомольск-на-Амуре, Россия

³ Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Хабаровский край, Восточное, Россия

^{1,2} fks@knastu.ru, ³ ixeridium@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вариант автоматизации выращивания овощей в открытом грунте на примере огурцов с использованием автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы. Для выращивания овощей в открытом грунте, требующих индивидуального подхода к каждому растению и, соответственно, больших трудозатрат, предлагается внедрить в производство автоматизированную агротехническую самодвижущуюся платформу, которая позволит полностью автоматизировать процесс выращивания, решить проблемы использования рабочей силы и экологии в отрасли. Кроме того, решатся многие технические проблемы технологии выращивания овощей: точность посадки растений в соответствии с нормами агротехники, зависимость сроков проведения агротехнологических работ от природных условий и влажности почвы, точность дозировки внесения удобрений, борьба с вредителями и т. д. Особо нужно отметить возможность работы данной платформы на переувлажненных почвах, обеспечивая при этом за счет грунтозацепов хорошее сцепление механизма с почвой. В статье описывается принцип работы автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы и ее преимущества перед существующими машинами, используемыми в сельском хозяйстве. Решение проблемы автоматизации выращивания овощей позволит сделать отрасль овощеводства привлекательной для высококвалифицированных работников и обеспечить высокую производительность труда.

Ключевые слова: автоматизация выращивания овощей, автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа, уплотнение почвы, экология овощеводства

Для цитирования: Сысоев О. Е., Сысоев Е. О., Кулякина Н. В. Перспективы автоматизации выращивания овощей в открытом грунте с использованием автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 3. С. 126–134. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-126-134>.

Original article

**Prospects for automation of open-field vegetable cultivation
using automated self-cultivation platform**

Oleg E. Sysoev¹, Evgeniy O. Sysoev², Nadezhda V. Kuliakina³

^{1,2} Komsomolsk-na-Amure State University

Khabarovsk krai, Komsomolsk-on-Amur, Russian Federation

³ Far Eastern Research Institute of Agriculture

Khabarovsk krai, Vostochnoye, Russian Federation

^{1,2} fks@knastu.ru, ³ ixeridium@mail.ru

Abstract. The article considers the option of automation of vegetable growing in open ground using cucumbers as an example. It is proposed to introduce an automated agrotechnical self-propelled platform into production for growing vegetables in open ground, which require an individual approach to each plant and, accordingly, high labor costs. An automated agrotechnical self-propelled platform will fully automate the process of growing vegetables and solve the problems of labor and ecology in vegetable growing. In addition, many technical problems of vegetable growing technology will be solved: the accuracy of planting in accordance with agricultural technology standards, the dependence of the timing of agrotechnological work on natural conditions and soil moisture, the accuracy of the dosage of fertilizers, pest control, etc. It should be particularly noted that this platform can work on waterlogged soils, while ensuring good adhesion of the mechanism to the soil due to the ground hooks. The article describes the principle of operation of an automated agrotechnical self-propelled platform and its advantages over existing machines used in agriculture. The solution to the problem of automating vegetable growing will make this part of plant growing tempting to highly qualified workers and to ensure high labor productivity.

Keywords: vegetable growing automation, automated agrotechnical self-propelled platform, soil compaction, vegetable growing ecology

For citation: Sysoev O. E., Sysoev E. O., Kuliakina N. V. Prospects for automation of open-field vegetable cultivation using automated self-cultivation platform. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;3:126–134. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-126-134>.

Введение. В настоящее время в мире производится 80,64 млн. тонн огурцов в год при средней урожайности, составляющей 4,04 кг/м². Первая тройка производителей огурцов включает: Китай – 61,94, Россию – 1,99, Турцию – 1,81 млн. т (данные 2022 г.).

При этом в России в открытом грунте выращивают примерно половину урожая огурцов (в теплицах в 2021 г. получено 0,83 млн. т), а в Китае и Турции 70–80 %.

Урожайность огурцов в России в открытом грунте достигает 1,5–2 кг/м², в зимних теплицах – 30–35 кг/м², тогда как в самых современных теплицах пятого поколения она превышает 160 кг/м². Таким образом, максимальная урожайность огурцов с квадратного метра достигается в закрытом грунте, при этом их себестоимость повышается в 5–10 раз. В то же время основная масса урожая выращивается в открытом грунте.

Преимущества огурца, как культуры открытого грунта, включают:

- 1) низкие первоначальные вложения по сравнению с закрытым грунтом;
- 2) поздний посев огурцов дает возможность очистить поле от сорняков перед посевом;
- 3) возможность организации рационального севооборота;
- 4) обычная обработка почвы как для пропашных культур;

- 5) низкая цена, обеспечивающая высокую конкурентоспособность.

Однако выращивание огурца в открытом грунте имеет недостатки:

- 1) требования к обеспечению постоянных температур;
- 2) повышенный расход семян при использовании обычных сеялок;
- 3) сбор урожая вручную (или наличие специальной уборочной техники);
- 4) практически не используется капельный полив с одновременным внесением удобрений;
- 5) за сезон проводят 4–5 междурядных обработок, что приводит к уплотнению почвы;
- 6) при недостаточном количестве выпавших осадков за вегетационный период требуется обязательный полив;
- 7) использование биопрепаратов и энтомофагов для защиты растений от вредителей;
- 8) использование химических препаратов против болезней огурца.

Перечисленные проблемы полностью или частично решаются при внедрении автоматизированной агротехнической самодвижущуюся платформы, как базовой машины растениеводства, движущейся по бетонным опорам.

Целью исследований является обоснование автоматизации выращивания

овощей в открытом грунте на примере огурцов с использованием автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы, обеспечивающей выполнение агротехнологических операций в автоматизированном режиме, а также ведение постоянного мониторинга состояния каждого растения.

Материалы и методы исследования. Изначально идея мостовых систем в земледелии появилась в начале XX в. и частично была реализована в системах полива и сбора урожая овощей. При этом было снижено негативное воздействие на почву, повышена производительность труда [1].

Мостовые системы большого пролета, где монтируются агротехнологические механизмы и приспособления для обработки земли проектировались ферменной или балочной конструкции. Такая конструкция перемещается на пневмоколесах или по железнодорожным рельсам. Характерной системой мостового земледелия является автоматизированный мостовой агротехнический комплекс (АМАК) [2].

Мостовая система АМАК представляет мост с навесным оборудованием, который движется по рельсовому пути, не оказывая уплотняющего воздействия на почву. Автоматизированное управление АМАК создает условия, обеспечивающие своевременное и точное выполнение технологических операций, индивидуально для каждого растения. Это позволяет получать высокие урожаи, сохранять плодородие почвы, а также решать проблемы экологии растениеводства за счет локального и строго дозированного применения удобрений, гербицидов и ядохимикатов.

Однако АМАК имеет ряд недостатков: высокая металлоемкость (17,5 т/га); 10 % пашни занимают рельсовые пути; из-за большого пролета моста возможен его перекося при движении и, как следствие, потеря точности и возможность аварии.

Следующая мостовая система обеспечивает движение моста по железобетонным сваям, что усложняет оборудование поля. При этом трудно исправить погрешности от пучения грунта, возникающие в зимний период [3]. Из-за осадков или пучения грунта возможен самопроизвольный уход оголовка сваи из горизонтальной и вертикальной плоскости, что

отрицательно влияет на точность выполнения технологических операций, а также безопасность движения самой мостовой системы.

Дальнейшим этапом развития мостовых систем стало появление мостового робота-комплекса точного земледелия [4, 5], когда движение происходит по постоянной гравийной колее. Он не подходит для выращивания огурцов в открытом грунте, так как при движении по постоянной сплошной колее будут повреждаться плети растений.

В настоящее время в Комсомольском-на-Амуре государственном университете завершается процесс создания уменьшенной модели автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы для отработки алгоритмов автоматизированного движения платформы.

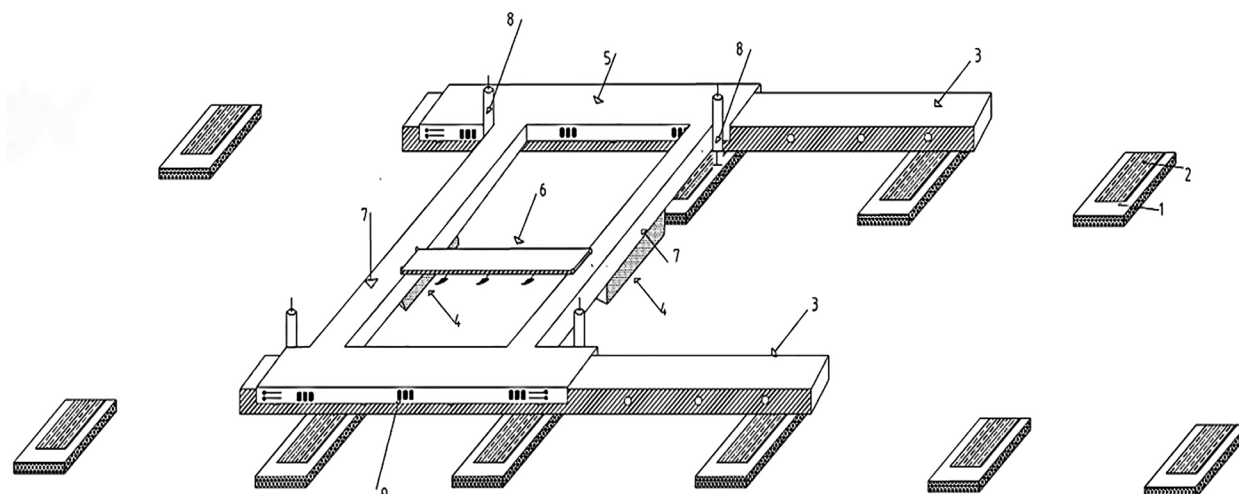
Результаты исследований и их обсуждение. Отличным вариантом для выращивания огурцов в открытом грунте из мостовых систем может стать автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа (ААСП) [6–12].

На рисунке 1 представлено общее устройство данной платформы.

Решения, принятые в конструкции ААСП, улучшают известные мостовые агротехнические системы. При перемещении по полю вместо гусениц, колес, пневмотраков, рельсовых путей, тросовых движителей и свайных опор предлагаются жесткие бетонные опоры (2), которые уложены на гравийную постель и закреплены в грунте винтовой свайей, с помощью которой регулируют рабочий (верхний) горизонт опоры (1) с точностью в горизонтальной плоскости ± 5 мм.

По бетонным опорам с помощью пошагово выдвигающихся балок (3) вдоль полигона перемещается платформа (5). На платформе располагаются навесные технологические роботизированные модули (6), обеспечивающие выполнение агротехнологических операций в автоматизированном режиме.

Модуль с технологическим оборудованием имеет возможность перемещаться вдоль по длинным поперечным балкам (7) рамы, изготовленной из П-образного профиля, выполняющих роль направляющих. На платформе устанавливается комплекс



- 1 – гравийная постель; 2 – бетонные опоры; 3 – продольные пошаговые балки перемещения; 4 – балки поперечного перемещения; 5 – платформа; 6 – технологическое навесное оборудование; 7 – поперечные несущие балки; 8 – домкраты с электроприводом; 9 – устройство перемещения продольных пошаговых балок
- 1 – gravel bed; 2 – concrete supports; 3 – longitudinal step movement beams; 4 – transverse movement beams; 5 – platform; 6 – technological attachments; 7 – transverse load-bearing beams; 8 – electric jacks; 9 – device for movement of longitudinal step beams

Рисунок 1 – Общий вид автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы
Figure 1 – General appearance of automated agrotechnical self-propelled platform (AASP)

навигационной спутниковой системы для ориентации с погрешностью до ± 2 мм.

Для передвижения ААСП используются электродвигатели, работающие от солнечных панелей и аккумуляторов. Электрогенератор присутствует как аварийный источник питания.

Передвижение по жестким бетонным опорам обеспечит движение платформы вне зависимости от влажности (заболоченности) почвы и снижает энергозатраты, связанные с перемещением агрегата по полигону. При этом платформа передвигается в идеальной горизонтальной плоскости, что облегчает выдерживание заданного вектора движения.

Движение ААСП по бетонным опорам исключает зависимость выполнения приемов агротехники от почвенно-климатических условий, обычно влияющих на перемещение растениеводческой машины. Экологичность земледелия обеспечивается за счет проведения экспресс-анализа наличия питательных веществ в почве, точной дозировки удобрений, а также при

точечном поливе каждого растения, аналогично капельному поливу. Также экологичности земледелия способствует отсутствие разрушающего воздействия от колес и гусениц сельскохозяйственной машины на структуру почвенного покрова.

Точная ориентация платформы при посадке растений позволит соблюдать оптимальные расстояния между ними, а также вести кадастр-модули, имеющие точную ориентацию относительно возделываемого поля и растений, что обеспечит точность исполнения всех агротехнологических работ.

Учитывая универсальность ААСП, в течении вегетационного периода автоматизированные модули можно заменять на необходимые в конкретный период времени (например, модули для рыхления почвы и высадки семян или рассады после окончания посевных работ заменить на модули полива и сбора урожая).

Размеры платформы выбираются по следующим критериям: оптимизация пролета моста по отношению к его массе;

маневренность платформы в зависимости от типичного размера отдельного поля и общего количества посевных площадей хозяйства. Нами предлагаются размеры платформы 10×10 м. Они приемлемы и для небольших фермерских хозяйств, и для крупных агрохолдингов.

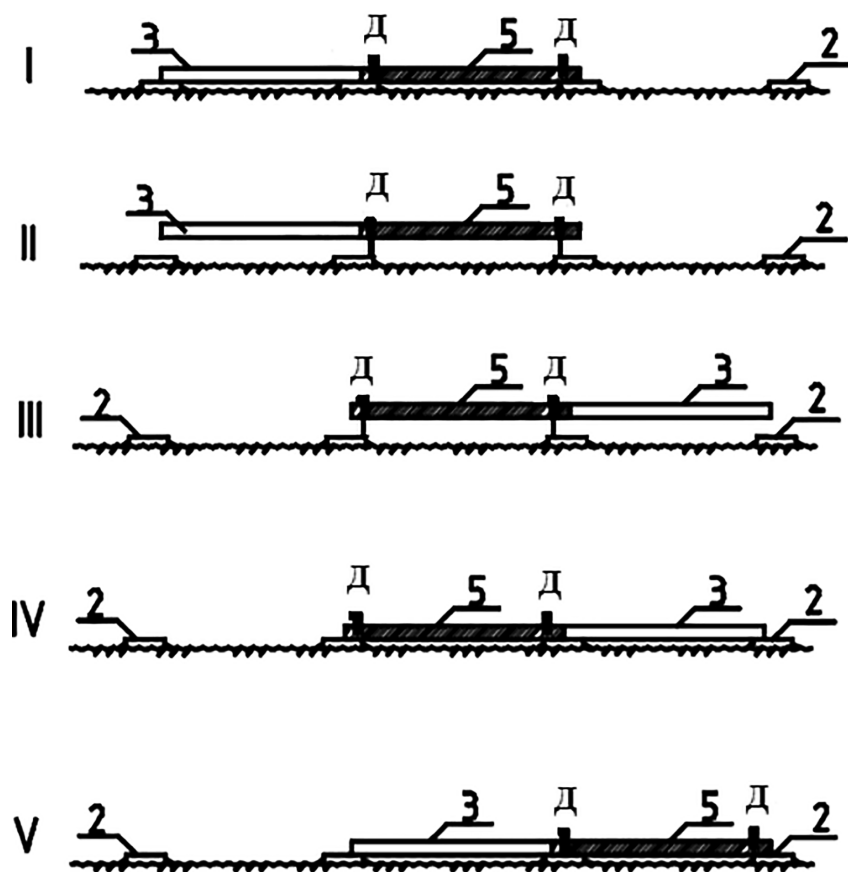
Основу платформы составляют тонкостенные профили П-образного сечения, внутри которых располагаются подвижные выдвигающиеся продольные пошаговые балки перемещения коробчатого сечения длиной 10 м. С помощью электродомкратов (8) и устройства перемещения продольных пошаговых балок (9), путем выдвижения продольных балок пошагового перемещения (3), платформа перемеща-

ется вдоль полигона и выполняет технологические операции.

Переход на новый участок платформа осуществляет поперек технологического движения путем выдвижения пневмоколес с встроенными электродвигателями. Технология перемещения базовой платформы представлена на рисунке 2.

Положение I является исходным. Для перемещения платформы на позицию II рама поднимается с помощью домкратов (Д), опирающихся на бетонные опоры (2).

Продольные пошаговые балки перемещения (3) разгружаются и с помощью устройства перемещения балки выдвигаются, и платформа переходит в позицию III. Домкраты (Д) опускаются,



I – исходное положение; II–V – последовательная смена положений;
Д – домкраты с электроприводом; 2 – бетонные опоры; 3 – продольные пошаговые балки перемещения; 5 – платформа ААСП из профиля П-образного сечения

I – initial position; II–V – sequential change of positions;
Д – electric jacks; 2 – concrete supports; 3 – longitudinal step-by-step movement beams;
5 – AASP platform made of U-shaped section

Рисунок 2 – Схема перемещения платформы

Figure 2 – Platform movement diagram

продольные пошаговые балки перемещения ложатся на бетонные опоры (2), что соответствует положению IV.

Платформа ложится на балки пошагового перемещения. С помощью устройства перемещения продольных пошаговых балок, работающего в обратном направлении, платформа по роликам перемещается на позицию V. При этом технологические модули (5) выполняют необходимую технологическую операцию, после чего весь цикл (I–V) повторяется.

Выращивание огурцов в открытом грунте происходит двумя способами. В первом случае они свободно стелются по земле, а во втором – плети огурцов подвязывают на шпалеры, что повышает трудоемкость производства.

При первом способе выращивания огурцов ААСП, передвигаясь по бетонным опорам, не затрагивает плети растений, а те из них, что попали на бетонные опоры, сметает с помощью небольшого дополни-

тельного приспособления «веник – щетка», не повреждая. При втором способе выращивания бетонные опоры необходимо поднимать выше шпалер за счет удлинения винтовой сваи, а подвязку плетей также можно автоматизировать.

Не менее трудоемкой операцией является сбор урожая. При первом способе выращивания для сбора урожая огурцов используются платформы ПОУ-2, УПНС-10, ПНСШ-12, широкозахватный транспортер ТНА-40 (рис. 3, а). При этом на платформе находится 10–15 человек и необходим механизматор с трактором.

Последняя разовая уборка урожая осуществляется машинами разных конструкций, в том числе ВУ (Венгрия), комбайном КОП-1,5М или КОУ-1,5 (рис. 3, б); при этом растения сильно повреждаются и больше не дают значимого урожая.

При втором способе выращивания огурцов в открытом грунте сбор урожая проводится полностью вручную, а плат-



а)



б)

а) с использованием платформ; б) комбайном

a) using platforms; b) using combine

Рисунок 3 – Уборка огурцов
Figure 3 – Cucumber harvesting

форма ААСП создаст возможность минимизировать затраты ручного труда при сборе урожая и роботизировать данный процесс.

Достоинством автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы при выращивании огурцов также является возможность совмещения технологических операций (рыхление почвы, экспресс-анализ удобренности почвы, внесение недостающих компонентов удобрений, высадка рассады или посев семян за один проход движения ААСП по полю). При этом на одну и ту же платформу можно устанавливать разные комплекты автоматических модулей в зависимости от планируемых работ.

Одна ААСП сможет обработать примерно 20 гектаров при выращивании огурцов. В тоже время один высококвалифицированный оператор-программист способен обслуживать 10–15 платформ, заменяя 30–40 работников, занятых при существующей технологии выращивания огурцов.

Заключение. Автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа открывает новые возможности и

обеспечивает: снижение зависимости земледелия от погодных условий; повышение качества выполнения работ по подготовке почвы, уходу за растениями и уборке урожая; снижение энергозатрат на передвижение; полную автоматизацию агротехнологических процессов.

Передвижение платформы и выполнение технологических операций специализированными модулями разделены по времени, что повышает точность исполнения необходимых агротехнологических процессов.

Платформа в комплексе с автоматическими технологическими модулями сможет производить работы круглосуточного, в автоматическом режиме.

При использовании платформы обеспечивается высокая экологичность и снижение разрушительного воздействия на структуру почвы механизмов, адресное и нормированное внесение доз удобрений и химических средств защиты растений. В то же время затраты времени и материалов на обустройство полигона по сравнению с другими мостовыми системами значительно снижены.

Список источников

1. Жалнин Э. В., Муфтеев Р. С. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2002. № 5. С. 23–30. EDN UVYECX.
2. Жуков Ю. Н. АМАК-система и технологическая революция в земледелии // Актуальные проблемы современной науки. 2018. № 3 (19). С. 23–29. EDN OGELTG.
3. Горькавый М. А., Егорова В. П., Соловьев В. А., Горькавый А. И., Мельниченко М. А. Разработка архитектуры системы управления роботизированным производственным процессом на базе технологии цифрового двойника // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2023. № 1 (65). С. 40–46. <https://doi.org/10.17084/20764359-2023-65-40>.
4. Чернышев Н. И., Сысоев О. Е., Киселев Е. П. Чернышев Н. И. Мостовая система как основа экологического роботизированного земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 97–101. EDN VCGSTA.
5. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Kiselev E. P. Gantry technology in agriculture greening // Current problems and ways of industry development: Equipment and technologies. Lecture notes in networks and systems. Warsaw : Springer, 2021. P. 303–309. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69421-0_32.
6. Патент № 2636472 Российская Федерация. Автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа (ААСП) : № 2016149701 ; заявл. 16.12.2016 ; опубл. 23.11.2017 / Чернышев Н. И., Сысоев О. Е., Есипов М. С. Бюл. № 33. 13 с. EDN ZUATKH.
7. Патент № 2694974 Российская Федерация. Мостовой робот-комплекс точного земледелия : № 2018123250 ; заявл. 26.06.2018 ; опубл. 18.07.2019 / Чернышев Н. И., Сысоев О. Е., Есипов М. С. Бюл. № 20. 13 с. EDN QWYGPK.

8. Патент № 2754999 Российская Федерация. Мостовой автоматизированный комплекс прецизионного земледелия : № 2020132946 ; заявл. 06.10.2020 ; опубл. 08.09.2021 / Чернышев Н. И., Сысоев О. Е., Есипов М. С. Бюл. № 25. 12 с. EDN ODPTYG.
9. Хрульков В. Н., Черный С. П. Особенности реализации нечетких алгоритмов управления на базе программируемых логических контроллеров // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2022. № 1 (57). С. 52–62. <https://doi.org/10.17084/20764359-2022-57-52>.
10. Горькавый М. А., Егорова В. П., Горькавый А. И., Мельниченко М. А. Исследование особенностей применения метода функциональной декомпозиции при разработке имитационных моделей цифрового двойника роботизированного процесса // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2022. № 3 (59). С. 27–34. <https://doi.org/10.17084/20764359-2022-59-27>.
11. Чернышев Н. И., Сысоев О. Е., Киселев Е. П. Инновационный базовый роботизированный механизм для реализации точного земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 4. С. 69–73. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10417>.
12. Chernyshov N. I., Kiselev E. P., Sysoev O. E. Bridge Agriculture as the basis of preserving soiled bioorganisms // International Science and Technology Conference on Earth Science. Russky Island : IOP Publishing, 2019. P. 032021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032021>.

References

1. Zhalnin E. V., Mufteev R. S. History of development and prospects of introduction of bridge crop production. *Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny*, 2002;5:23–30. EDN UVYECX (in Russ.).
2. Zhukov Yu. N. AMAK system and technological revolution in farming. *Aktual'nye problemy sovremennoy nauki*, 2018;3(19):23–29. EDN OGELTG (in Russ.).
3. Gorkavii M. A., Egorova V. P., Soloviev V. A., Gorkavii A. I., Melnichenko M. A. Development of the control system architecture for a robotic production process based on digital twin technology. *Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2023;1(65):40–46. <https://doi.org/10.17084/20764359-2023-65-40> (in Russ.).
4. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Kiselev E. P. The bridge system as the basis for ecological robotic farming. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020;34;7:97–101. EDN VCGSTA (in Russ.).
5. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Kiselev E. P. Gantry technology in agriculture greening. Proceedings from Current problems and ways of industry development: Equipment and technologies. Lecture notes in networks and systems. (PP. 303–309), Warsaw, Springer, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69421-0_32.
6. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Esipov M. S. Automated agrotechnical self-propelled platform (AASP). *Patent RF, No. 2636472 yandex.ru/patents* (2017) https://patents.s3.yandex.net/RU2636472C1_20171123.pdf (Accessed 12 May 2024) EDN ZUATKH (in Russ.).
7. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Esipov M. S. Bridge robot-complex of accurate farming. *Patent RF, No. 2694974 yandex.ru/patents* (2019) https://patents.s3.yandex.net/RU2694974C1_20190718.pdf (Accessed 12 May 2024) EDN QWYGPK (in Russ.).
8. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Esipov M. S. Bridge automated complex of precision agriculture. *Patent RF, No. 2754999 yandex.ru/patents* (2021) https://patents.s3.yandex.net/RU2754999C1_20210908.pdf (Accessed 12 May 2024) EDN ODPTYG (in Russ.).
9. Khrulkov V. N., Cherny S. P. Features of fuzzy control algorithm implementation based on programmable logic controllers. *Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2022;1(57):52–62. <https://doi.org/10.17084/20764359-2022-57-52> (in Russ.).
10. Gorkavii M. A., Egorova V. P., Gorkavii A. I., Melnichenko M. A. Research of application features of functional decomposition method in developing simulation models of a robotic process digital twin. *Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2022;3(59):27–34. <https://doi.org/10.17084/20764359-2022-59-27> (in Russ.).

11. Chernyshov N. I., Sysoev O. E., Kiselev E. P. Innovative basic robotics mechanism for implementation of precision agriculture. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018;32;4:69–73. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10417> (in Russ.).

12. Chernyshov N. I., Kiselev E. P., Sysoev O. E. Bridge Agriculture as the basis of preserving soiled bioorganisms. Proceedings from International Science and Technology Conference on Earth Science. (PP. 032021), Russky Island, IOP Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/272/3/032021>.

© Сысоев О. Е., Сысоев Е. О., Кулякина Н. В., 2024

Статья поступила в редакцию 27.06.2024; одобрена после рецензирования 18.07.2024; принята к публикации 13.09.2024.

The article was submitted 27.06.2024; approved after reviewing 18.07.2024; accepted for publication 13.09.2024.

Информация об авторах

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, ORCID: 0000-0001-5932-8893, Author ID: 446982, fks@knastu.ru;

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, fks@knastu.ru;

Кулякина Надежда Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: 0000-0003-1600-026X, Author ID: 724827, ixeridium@mail.ru

Information of the authors

Oleg E. Sysoev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University, ORCID: 0000-0001-5932-8893, Author ID: 446982, fks@knastu.ru;

Evgeniy O. Sysoev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University, fks@knastu.ru;

Nadezhda V. Kuliakina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Far Eastern Research Institute of Agriculture, ORCID: 0000-0003-1600-026X, Author ID: 724827, ixeridium@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.