Список использованной литературы

1. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур / В. И. Деменко, С. В. Акимова, В. В. Киркач, А. Н. Викулина. – Москва : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. – 156 с.

2. Диагностика вирусных болезней и выделение кандидатов в исходные растения земляники садовой *ex situ* / М. Т. Упадышев, К. В. Метлицкая, Н. В. Андронова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 61. – С. 103–108.

3. Вирус окаймления жилок земляники (*SVBV*) – опасный патоген садовой земляники / Ю. Н. Приходько, Т. С. Живаева, Ю. А. Шнейдер [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 5. – С. 47–53.

4. Панков, И. А. Практические результаты микроклонального размножения земляники садовой сорта «Фестивальная ромашка» / И. А. Панков, А. Р. Бухарова // Вектор развития науки : Материалы научно-практических конференций студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых факультета агро- и биотехнологий, Балашиха, 1 января – 31 января 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 87–92.

5. Перспективные решения проблемы контаминации при стерилизации эксплантов земляники садовой для микроклонального размножения / И. А. Панков, А. Р. Бухарова, Л. Н. Ульяненко [и др.] // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия», Краснодар, 13 мая 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 179–187.

6. FAO. Agricultural production statistics 2000–2022. FAOSTAT Analytical Brief 79. – Rome : FAO, 2023. – 12 p.

7. Khoury, C. K. Global crop conservation and use metrics: Strawberries (*Fragaria* L.) / C. K. Khoury, S. Gora, P. Giovannini. – Bonn : Crop Diversity Trust, 2026. – 21 p.

УДК 631.3.004:623.746

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ В РФ: ОТ МЕХАНИЗАЦИИ К ЦИФРОВЫМ ЭКОСИСТЕМАМ

В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Пушкин, Российская Федерация,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ruzhev_va@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются ключевые тенденции развития рынка беспилотных авиационных систем (БАС) в сельском хозяйстве России. Рассмат-

ривается переход от использования агродронов как изолированных механизмов к их интеграции в единую экосистему точного земледелия. Оцениваются экономические факторы окупаемости, влияние роста грузоподъемности аппаратов и существующие регуляторные барьеры.

Abstract. This article analyzes key trends in the development of the unmanned aerial systems market in Russian agriculture. It examines the transition from using agricultural drones as isolated devices to their integration into a unified precision farming ecosystem. It also evaluates the economic factors driving return on investment, the impact of increased payload capacity, and existing regulatory barriers.

Ключевые слова: агродроны, беспилотные авиационные системы, точное земледелие, цифровая трансформация АПК.

Key words: agrodrones, unmanned aerial systems, precision farming, digital transformation of the agro-industrial complex.

Актуальность

Интеграция агродронов в российский АПК переживает этап глубокой трансформации. Если ранее они рассматривались преимущественно как точечная альтернатива самоходным опрыскивателям, то сегодня парадигма их использования смещается в сторону формирования комплексных решений точного земледелия. На основе анализа данных отраслевых экспертов и консалтинговых компаний научным коллективом рассмотрены ключевые технологические, экономические и регуляторные тренды рынка с.-х. БАС в РФ [1, 2].

Технологические тренды и сегментация парка. Фундаментальным сдвигом на рынке является отказ от концепции «*дрона как изолированного инструмента*» в пользу технологической связки «*сбор данных – анализ – выполнение работы*». Перспективная модель эксплуатации выглядит следующим образом: мониторинговый БПЛА (например, оснащенный мультиспектральной камерой) или спутник выявляют проблемные участки посевов, формируя карту вегетационных индексов. На ее основе алгоритм строит цифровое задание, которое аппликационный дрон использует для точечного или дифференцированного внесения средств защиты растений (СЗР) и удобрений [3].

Результаты исследований

Эксперты [4] выделяют два четких класса техники: мониторинговые дроны для картографирования и тяжелые аппараты для непосредственного выполнения полевых работ. Параллельно наблюдается устойчивый тренд на увеличение грузоподъемности. На смену компактным моделям с баками на 10-20 л приходят тяже-

лые машины с полезной нагрузкой от 40 до 100 кг (представленные на рынке моделями DJI Agras T40/T50, T100, XAG P100/P150). Они незаменимы на переувлажненных почвах, сложном рельефе и при работе с высокорослыми культурами в условиях коротких агротехнологических окон, где наземная техника ведет к критическому уплотнению почвы [5]. При этом на больших ровных массивах самоходные опрыскиватели сохраняют преимущество по общей производительности.

Развитие рынка БАС в РФ сталкивается с рядом специфических вызовов. Во-первых, сохраняется высокая технологическая зависимость: профессиональный сегмент практически полностью занят китайскими производителями. Масштабирование отрасли напрямую зависит от логистической доступности самих аппаратов, аккумуляторных батарей, комплектующих и развития локальной сервисной инфраструктуры. Во-вторых, дефицит квалифицированного сервиса в пиковые сезоны остается одним из главных рисков для собственников техники.

Также, серьезным сдерживающим фактором выступают регуляторные ограничения: сложность процедур регистрации БАС, региональные запреты на полеты и высокие требования к сертификации внешних пилотов. В отличие от Китая, где сформирована массовая цифровая экосистема агродронов, в РФ рынок развивается более осторожно. Этим обусловлена растущая популярность бизнес-модели «*дрон как услуга*», когда хозяйства предпочитают заказывать обработку у специализированных подрядчиков, избегая капитальных затрат на создание собственного парка и обучение штата операторов.

Ключевой ошибкой аграриев при оценке окупаемости БАС является ориентация исключительно на размер земельного банка. Экономическая целесообразность приобретения собственного комплекса зависит от суммарного количества гектаров обработок за сезон. Например, хозяйство с площадью 2000 га, проводящее четыре обработки за сезон, обеспечивает дрону загрузку в 8000 га, что делает покупку высокорентабельной. Для компактных аппаратов пороговое значение окупаемости составляет 1,5-3 тыс. га обработок в год, тогда как тяжелые комплексы требуют загрузки свыше 5 тыс. га.

При расчете стоимости владения агродрона необходимо учитывать не цену самого летательного аппарата, а стоимость полноцен-

ного полевого комплекса: дополнительных АКБ, мощных генераторов, емкостей для воды, логистики и фонда оплаты труда операторов. Разница между стоимостью услуг подрядчика (около 1200 руб./га) и переменными затратами собственного БАС (400-600 руб./га) формирует значительный потенциал экономии, который, однако, нивелируется при сезонных простоях. Простой техники в оптимальное агротехническое окно способен свести на нет всю экономию от покупки более дешевого аппарата.

Заключение

Таким образом, современный рынок агродронов в РФ переходит от экстенсивного насыщения к качественной интеграции в системы точного земледелия. Дальнейший рост сектора будет определяться не столько увеличением числа разрозненных аппаратов, сколько их объединением в единые автоматизированные системы управления агротехнологическими процессами, способные гибко адаптироваться к сложным климатическим и регуляторным условиям России.

Список использованной литературы

1. Кокунова И.В. Спутниковые навигационные системы как драйвер эффективности сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев // Научное сопровождение в АПК для обеспечения продовольственной безопасности и развития сельских территорий: Материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 апреля 2026 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2026. – С. 59–62.

2. Ружьев В.А. Информационно-навигационные системы управления точными агротехнологиями / В.А. Ружьев, К.В. Кожевников // Вестник Студенческого научного общества. – 2013. – № 1. – С. 436–439.

3. Кокунова, И.В. Цифровизация и интеллектуализация современного сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев, А.И. Орехов // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации: материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 октября 2025 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – С. 87–91.

4. Ефименко Д.Д. Опыт создания полетного задания для XAG P100 Pro с использованием Geoscan Gemini / Д.Д. Ефименко, М.Д. Коровин // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург - Пушкин, 19-21 марта 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 494–497.

5. Ружьев В.А. Программно-цифровые и технические решения для мониторинга структуры и состояния почвы / В.А. Ружьев, И.В. Кокунова, К.С. Титов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-

практической конференции с международным участием, Оренбург, 06 февраля 2026 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2026. – С. 129–133.

6. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 49–51.

УДК 631.6:633.1:631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Е.П. Садыков, заместителя директора по науке, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
Д.У. Утамбетов, д-р с.-х. наук (PhD), с.н.с.,
А.Н. Сагидуллаев, зав. лаборатория защита растений
Научно-производственное объединение «Зерно и рис», Нукуский район, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
esbosin64@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2024-2026 гг. по оценке продуктивности и эффективности водопользования озимой пшеницы и озимого тритикале в условиях Республики Каракалпакстан. Изучено влияние сроков посева, норм высева, минерального питания и способов орошения. Дождевальное орошение при влажности почвы 70-75-70% от ППВ обеспечило более рациональное использование воды. Максимальная урожайность составила 66,1 ц/га у озимой пшеницы и 66,2 ц/га у озимого тритикале, а минимальный удельный расход воды- 85,0 и 84,9 м³/ц соответственно. Повторный маш после уборки озимых повысил отдачу площади и обеспечил дополнительную продукцию. Результаты могут быть использованы при адаптации зернового производства к дефициту воды в Приаралье.

Abstract. The paper presents 2024-2026 results on productivity and water-use efficiency of winter wheat and winter triticale in the Republic of Karakalpakstan. Sowing dates, seeding rates, mineral nutrition and irrigation methods were studied. Sprinkler irrigation at 70-75-70% of field capacity improved water-use efficiency. Maximum yields were 66.1 and 66.2 c/ha, while specific water consumption reached 85.0 and 84.9 m³/ha, respectively. Repeated mung bean after winter cereals increased land-use efficiency and provided additional production.

Ключевые слова: озимая пшеница, озимый тритикале, рисовый севооборот, дождевальное орошение, водопользование, водосбережение, урожайность, маш.

Для Республики Каракалпакстан повышение эффективности орошаемого земледелия имеет особое значение вследствие ограниченности водных ресурсов и сложного мелиоративного состояния почв.