

Журнал «Мировые цивилизации» / Scientific journal «World civilizations» <https://wcj.world>

2024, Том 9, № 4 / 2024, Vol 9, Issue 4 <https://wcj.world/issue-4-2024.html>

URL статьи: <https://wcj.world/PDF/10ECMZ424.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кузнецов Р.В. Использование БПЛА в сельском хозяйстве как фактор повышения конкурентоспособности / Р.В. Кузнецов // Мировые цивилизации. — 2024. — Т. 9. — № 4. — URL: <https://wcj.world/PDF/10ECMZ424.pdf>

For citation:

Kuznetsov R.V. The use of UAVs in agriculture as a factor of increasing competitiveness. 2024; 9(4): 10ECMZ424. Available at: <https://wcj.world/PDF/10ECMZ424.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 332.1

**Кузнецов Роман Владимирович**

Негосударственное образовательное частное учреждение  
высшего образования «Московский экономический институт»  
аспирант 1-го года обучения  
E-mail: [79254006000@yandex.ru](mailto:79254006000@yandex.ru)

## Использование БПЛА в сельском хозяйстве как фактор повышения конкурентоспособности

**Аннотация.** В статье рассматривается использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве как фактор повышения конкурентоспособности. Отмечается, что в последние годы сельскохозяйственная отрасль претерпела значительные изменения благодаря внедрению передовых технологий для повышения производительности, эффективности. Современные достижения и технологический прогресс в сельском хозяйстве требуют применения современной техники - беспилотных летательных аппаратов. Приводятся их виды, используемые в сельском хозяйстве. Автор рассматривает основные области их применения в сельском хозяйстве: наблюдение за состоянием сельскохозяйственных культур, мониторинг водного стресса, распыление и прогнозирование урожайности и производства сельскохозяйственных культур. В статье показано, что технологии беспилотных летательных аппаратов позволяют экономить воду, пестициды и гербициды, поддерживать плодородие почвы, а также сократить избыточное использование рабочей силы, увеличить производительность и повысить уровень качества сельскохозяйственных работ. На основе литературного обзора автором констатируется, что использование беспилотных летательных аппаратов повышает конкурентный статус хозяйствующего субъекта. Делается вывод, что для увеличения конкурентоспособности агропроизводителей необходимы значимые инвестиции в современное оборудование и беспилотные технологии не только со стороны государства, но и со стороны хозяйствующих субъектов.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты; сельское хозяйство; новые технологии; мониторинг; конкурентное преимущество

### ВВЕДЕНИЕ

Развитие сельского хозяйства в России происходит достаточно стремительно в последние годы во многом благодаря значительным инвестициям в этот сектор, что было обусловлено введением санкций в отношении нашей страны<sup>1</sup>. В первом полугодии 2024 года

<sup>1</sup> В первом полугодии 2024 г. российское сельское хозяйство продемонстрировало... // Рынок зерна info // URL: <https://graininfo.ru/news/v-pervom-polugodii-2024-g-rossiyskoe-selskoe-khozyaystvo-prodemonstrirovalo-umerenny-rost/?ysclid=m5nz74350632578334> (дата обращения 02.10.2024).

российское сельское хозяйство продемонстрировало умеренный рост. Объём производства увеличился на 0,9% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. По некоторым показателям роста отдельных категорий продукции можно привести следующие данные. За первые шесть месяцев 2024 года сельхозпредприятия реализовали 32,7 млн тонн зерна, что на 8,1% больше, чем в аналогичном периоде прошлого года. Увеличились объёмы производства скота и птицы в живом весе на 3% (до 6,8 млн тонн) и молока на 3,9% (до 10,2 млн тонн). В 2024 году сельхозпроизводство в январе-июле увеличилось на 2%, а выпуск продуктов - почти на 5%<sup>2</sup>. Рынок сельскохозяйственной продукции становится всё более конкурентоспособным. Это требует поиска новых подходов в области технологий и управления сельским хозяйством, которые позволят повысить конкурентоспособность отдельного производителя и отрасли в целом. Одним из самых перспективных и востребованных направлений является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

БПЛА — это оборудование, которое может летать автономно и под управлением оператора, обладающее специализированным программным обеспечением, которое позволяет выполнять полеты по запрограммированному плану, используя систему GPS/ГЛОНАСС с целым рядом параметров, включая скорость, высоту, маршрут движения, выполнения тех или иных действий. Широкое и коммерчески оправданное использование беспилотных летательных аппаратов возможно благодаря целому ряду их качеств: относительно низкая стоимость и широкий функционал, обеспечиваемый целым рядом функциональных устройств, которые возможно монтировать на БПЛА: камеры, магнитный компас, системы подвеса, инфракрасные датчики, приборы ночного видения, гидролокаторы и другое оборудование.

Мониторинг сельскохозяйственных культур на предмет наличия вредителей и болезней, внесения удобрений, нехватки воды и общего состояния растений является жизненно важным аспектом эффективной сельскохозяйственной практики. Дистанционное зондирование — это инструмент мониторинга в сельском хозяйстве, использующий как наземные наблюдения, так и космические технологии для повышения достоверности результатов мониторинга. Данные дистанционного зондирования помогают в мониторинге объектов на поверхности земли, предоставляя своевременную, синоптическую, экономичную и повторяющуюся информацию об объектах на поверхности земли. Данные дистанционного зондирования могут быть использованы в сочетании с моделированием посевов сельскохозяйственных культур для получения прогноза урожайности.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно прогнозам Всемирного Банка, к 2050 году на нашей планете будет проживать около 10 млрд человек<sup>3</sup>. С увеличением численности населения производство продуктов питания должно увеличиться на 70% от текущего объема производства. Старые методы ведения сельского хозяйства недостаточны для увеличения производства продовольствия, а нынешняя сельскохозяйственная система требует использование современных подходов, таких как автоматизация, использование робототехники, информационных услуг и искусственного интеллекта, которые сочетают в себе информационно-коммуникационные технологии, робототехнику, искусственный интеллект, большие данные и Интернет вещей [1].

В настоящее время использование беспилотных летательных аппаратов значительно сокращает время по отдельным видам работ, что приводит к повышению точности измерений

---

<sup>2</sup> В 2024 году российские аграрии поставили на международный рынок 70 миллионов тонн продовольствия// URL: <https://www.kp.ru/daily/27633/4983724/https://www.kp.ru/daily/27633/4983724/?ysclid=m5nzd4hw1587479330> (дата обращения 02.10.2024).

<sup>3</sup> Agriculture and Food // URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview> (дата обращения: 02.11.2024)

и росту производительности в сельскохозяйственном секторе. Беспилотные летательные аппараты и их использование способствовали развитию многих новых областей в сельском хозяйстве, включая применение инсектицидов и удобрений, посев семян, идентификацию сорняков, оценку плодородия, картографирование и прогнозирование урожая (табл. 1) [2].

*Таблица 1*

**Виды БПЛА, используемые в сельском хозяйстве (составлено автором)**

Характеристика	Поворотные крылья (каврокоптеры и др.)	Неподвижные крылья (самолётный тип)
Продолжительность полёта	До двадцати минут	Более часа
Устойчивость к ветру	Средняя	Высокая
Удобство внесения изменений в полётное задание	Возможно в течение полёта	Возможно в течение полёта
Цена	От 500 до 100,000 долларов США	От 500 до 100,000 долларов США
Развертывание	Высокая степень	Средняя степень (требуется ВПП)

Рассмотрим основные области применения БПЛА в сельском хозяйстве.

Наблюдение за состоянием сельскохозяйственных культур. БПЛА могут отслеживать состояние растений в течение всего сезона сбора урожая, и, соответственно, будут приниматься решения по улучшению состояния посевов в зависимости от текущей ситуации на полях. Беспилотник может быть оснащен различными типами датчиков, использующих видимый, ближний инфракрасный спектр и тепловые инфракрасные лучи. На основе характера отражения объективов на различных длинах волн с применением этих методов можно оценить несколько мультиспектральных показателей. Эти индексы в основном используются для оценки различных аспектов в таких областях сельского хозяйства, как нехватка воды, питательных веществ, нападения вредителей и насекомых, болезни и т.д. Датчики, установленные на дронах, могут определять частоту и наличие заболеваний и вредителей, а также симптомы дефицита питательных веществ, которые невозможно обнаружить глазами человека до появления заметных симптомов.

Таким образом, БПЛА может служить эффективным инструментом для раннего мониторинга обнаружения насекомых-вредителей и болезней. Беспилотные летательные аппараты могут быть использованы в качестве системы раннего предупреждения, позволяющей принимать своевременные меры и избежать экономические потери. Аналогичным образом, БПЛА могут наблюдать за состоянием посевов с различными показателями [3]. На БПЛА могут быть установлены тепловые и мультиспектральные камеры для регистрации отражательной способности растительного покрова. Эффективность беспилотных летательных аппаратов в улавливании отражательной способности крон над виноградниками доказана на практике. Аэрофотоснимки получают в начале сезона, в установленное время в течение всего сезона и непосредственно перед сбором урожая, чтобы отслеживать рост виноградников по всему полю и выделить ряды, которые демонстрируют признаки замедления роста из-за низкого начального содержания азота или недостаточного орошения.

Мониторинг водного стресса. Определить и охарактеризовать воздействие влаги или её отсутствие на сельскохозяйственные культуры - сложная задача, поскольку последствия зависят от многих факторов. Переменные, полученные с использованием тепловых снимков, которые часто чувствительны даже к незначительным изменениям температуры, позволяют выявить штаммы вредителей и другие проблемы. В качестве примера можно привести то, что у разных сортов определенной культуры могут наблюдаться существенные различия в температуре растительного покрова в одних и тех же условиях из-за врожденных различий в скорости испарения и проводимости частей растения. В проведенных экспериментах использовались характеристики температуры растительного покрова, полученные с помощью тепловых снимков с БПЛА, для отслеживания состояния влаги в хлопке [4]. При коэффициенте детерминации ( $R^2$ ), равном 0,88, в зависимости от стандартного отклонения температуры навеса (CTSD) и проводимости устьиц, полученные данные показали, что CTSD реагирует на нехватку воды. На полях для выращивания сахарной свеклы была проведена оценка возможности использования беспилотного летательного аппарата с тепловизионными изображениями для отслеживания водного баланса растений.

Мониторинг состояния питательных веществ и их дефицита отслеживает достаточное количество питательных веществ необходимого растениям для того, чтобы выжить и дать ожидаемый урожай. Достаточное количество азота обеспечивает интенсивный рост растений. Для роста корней и стеблей необходимы оптимальные уровни фосфора, а также соответствующие уровни калия для развития устойчивости к вредителям и болезням, а также для получения урожая более высокого качества. Если в почве возникает дефицит какого-либо из этих элементов, то растения испытывают стресс. В настоящее время для определения питательного статуса широко используется прямой визуальный метод. В его рамках уровень веществ определяется по цвету и внешнему виду растений, но этот метод не дает количественной оценки. Для получения более точных результатов используется лабораторный метод анализа листьев, который может занять много времени и потребовать применения специальных методов для правильного понимания и обработки данных. Существуют различные методы косвенной оценки уровня питательных веществ, например, использование измерителя хлорофилла для анализа дефицита азота, но это трудоемкий процесс, который также зависит от различных условий, и полученные приблизительные результаты не всегда точны [5]. Был разработан новый метод определения и расчета питательных свойств растений [6]. Были проведены исследования по комбинированию на БПЛА более чем двух типов датчиков (тепловизионных, RGB и мультиспектральных). За исключением цветовых характеристик, которые определяются по фотографиям в формате RGB, данные по содержанию веществ в почве и растениях вычисляются на основе гиперспектральных изображений [7].

Распыление. Для обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственного производства используются удобрения и пестициды, необходимые для борьбы с насекомыми-вредителями / болезнями и для роста сельскохозяйственных культур. БПЛА с системой опрыскивания является хорошим вариантом для более эффективной и быстрой борьбы с вредителями и болезнями. Для опрыскивания больших площадей требуются беспилотники большой грузоподъемности. Рекомендовано использовать БПЛА типа квадрокоптер (QC) либо с большим количеством несущих винтов. Они отличаются низкой стоимостью, малым весом [8]. Квадрокоптеры имеют небольшие размеры и могут использоваться как для выращивания культур в закрытых помещениях (теплицах), так и на открытом воздухе. Квадрокоптер — это небольшой летательный аппарат для распыления пестицидов и удобрений, который работает автономно под управлением различных программных сред, в том числе Android и IOS. Для распыления пестицидов был разработан квадрокоптер с воздушным автоматическим распылителем пестицидов (AAPS), который управляется с

помощью GPS/ГЛОНАСС-координат на низкой высоте. Для снижения потерь пестицидов разработан беспилотный летательный аппарат с шестигранным ротором, работающий по технологии электростатического распыления. Чтобы обезопасить людей от воздействия пестицидов, используется беспилотный летательный аппарат с дистанционным управлением, который распыляет пестициды, а также удобрения. Было изучено использование и влияние распыления БПЛА (UAV N3) на профилактику мучнистой росы в азиатских странах на разной рабочей высоте и при различных концентрациях пестицидов для пшеницы [9]. Как правило, в традиционном сельском хозяйстве удобрения вносились тракторными опрыскивателями или системами орошения под давлением, а также пилотируемыми самолетами. Пилотируемый самолет является наиболее предпочтительным и используется в течение длительного времени для обработки полей и посадок в сельском хозяйстве. Тем не менее, это очень дорогой способ обработки сельскохозяйственных угодий. Решение этой проблемы также лежит в области применения БПЛА, эксплуатация которых значительно дешевле. Хорошим инструментом для оптимизации внесения удобрений считается оценка потребности в питательных веществах с помощью тепловизионных камер наряду со специализированными оптическими фильтрами, такими как Red Edge или гиперспектральные камеры. В таких беспилотных летательных аппаратах датчики акселерометра и гироскопа используются для распыления удобрений и пестицидов, что позволяет сократить время и снизить участие человека в этом процессе. В Китае ананасы опрыскиваются различными пестицидами с помощью беспилотных летательных аппаратов, а также используются беспилотники для распыления пестицидов на полях кукурузы, риса-сырца, хлопка, чая и яблок [10, 11].

Прогнозирование урожайности и производства сельскохозяйственных культур. Прогнозирование, влияющее на рост урожая до сбора урожая, и фактическая количественная оценка имеют решающее значение для разработки национальной продовольственной политики. Урожайность сельскохозяйственных культур в основном зависит от ряда переменных, включая сорт сельскохозяйственных культур, уровень воды и питательных веществ на поле, воздействие сорняков, вредителей и болезней, а также метеорологические условия. Прогнозирование производства сельскохозяйственной продукции в значительной степени зависит от стабильной урожайности сельскохозяйственных культур [12]. Прогнозирование урожайности в основном определяется статистически значимыми корреляциями между индексами вегетации и урожайностью. С помощью БПЛА возможно прогнозировать урожайность различных культур, например картофеля, хлопка, оливкового дерева, сахарного тростника и пшеницы.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, БПЛА способны существенно увеличить результативность сельскохозяйственного производства. Ключевые конкурентные преимущества, которые возможно получить в результате их грамотного использования приведут к повышению урожайности культур, снижению общей себестоимости производства, сокращению занятости на трудных и вредных работах, сокращению расходов удобрений, пестицидов и воды при повышении общей продуктивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пермяков Д.С., Носков А.Г. Перспективы использования БПЛА в сельском хозяйстве // Инновационные технологии в науке и образовании (Конференция «ИТНО 2022»). Сборник научных трудов X Юбилейной международной научно-

- практической конференции. Редколлегия: Ю.Ф. Лачуга [и др.]. Ростов-на-Дону, 2022. С. 240–244.
2. Рыбкин С.А., Попова С.А. Развитие инфраструктурных элементов территориальных образований как базы функционирования агроинженерных систем. Научное обозрение. 2016. № 24. С. 96–99.
  3. Colomina, I. and Molina, P. 2014. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 92: 79–97.
  4. Martinez, J., Egea, G., Aguera, J. and Perez-Ruiz, M. 2017. A cost-effective canopy temperature measurement system for precision agriculture: a case study on sugar beet. *Precision Agriculture*. 18(1): 95–110. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9470-9>.
  5. Balasubramaniam, P. and Ananthi, V.P. 2016. Segmentation of Nutrition Deficiency in Incomplete Crop Images Using Intuitionistic Fuzzy C-means Clustering Algorithm. *Nonlinear Dynamics*. 83: 849–866.
  6. Ali, M.M., Alani, A., Eamus, D. and Tan, D.K.Y. 2017. Leaf Nitrogen Determination Using Non-Destructive Techniques-A Review. *Journal of Plant Nutrition*. 40: 928–953.
  7. Maimaitijiang, M., Ghulam, A., Sidike, P., Hartling, S., Maimaitiyiming, M. and Peterson, K. 2017. Unmanned Aerial System (UAS)-based Phenotyping of Soybean Using Multi-Sensor Data Fusion and Extreme Learning Machine. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*. 134: 43–58.
  8. Kediri S., Lohagaonkar P., Nimbokar M., Palve G., Yevale P. 2016. Quadcopter-A Smarter Way of Pesticide Spraying. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*. 2(6): 1257-1260.
  9. Qin W., Xue X., Zhang S., Gu W., Wang, B. 2018. Droplet deposition and efficiency of fungicides sprayed with small UAV against wheat powdery mildew. *International Journal of Agricultural and Bio-logical Engineering*. 11(2): 27-32.
  10. Wang, J., Lan, Y., Zhang, H., Zhang, Y., Wen, S., Yao, W. and Deng, J. 2018. Drift and deposition of pesticide applied by UAV on pineapple plants under different meteorological conditions. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 11(6): 5-12.
  11. Lei S., Luo, J., Tao X. and Qiu Z. 2021. Remote sensing detecting of yellow leaf disease of are canut based on uav multisource sensors. *Remote Sensing*. 13(22).
  12. Городничев В.И. О внесении удобрений с поливной водой // Природообустройство. 2008. № 4. С. 10–15.

**Kuznetsov Roman Vladimirovich**

Non-state private educational institution of higher  
education «Moscow Economic Institute»  
e-mail: [79254006000@yandex.ru](mailto:79254006000@yandex.ru)

## The use of UAVs in agriculture as a factor of increasing competitiveness

**Abstract.** The article considers the use of unmanned aerial vehicles in agriculture as a factor of increasing competitiveness. It is noted that in recent years, the agricultural sector has undergone significant changes due to the introduction of advanced technologies to increase productivity and efficiency. Modern achievements and technological progress in agriculture require the use of modern technology - unmanned aerial vehicles. Their types used in agriculture are given. The author examines the main areas of their application in agriculture: monitoring the condition of crops, monitoring water stress, spraying and forecasting crop yields and production. The article shows that unmanned aerial vehicle technologies can save water, pesticides and herbicides, maintain soil fertility, as well as reduce excessive use of labor, increase productivity and improve the quality of agricultural work. Based on the literature review, the author states that the use of unmanned aerial vehicles increases the competitive status of an economic entity. It is concluded that in order to increase the competitiveness of agricultural producers, significant investments in modern equipment and unmanned technologies are needed not only from states, but also from business entities.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles; agriculture; new technologies; monitoring; competitive advantage