

Научная статья

УДК 338.43:[004.896:004.9](571.61)

EDN CUKHRV

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0633-0-366-375>

**Оценка экономической эффективности инновационных технологий  
в АПК в условиях Амурской области**

**Светлана Борисовна Пастушенко<sup>1</sup>**, кандидат экономических наук, доцент

**Яна Сергеевна Маргелова<sup>2</sup>**, студент магистратуры

**Сергей Алексеевич Маргелов<sup>3</sup>**, руководитель Центра искусственного интеллекта

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [sb\\_2003@mail.ru](mailto:sb_2003@mail.ru), <sup>2</sup> [yanamakarenko1402@icloud.com](mailto:yanamakarenko1402@icloud.com), <sup>3</sup> [cii@dalgau.ru](mailto:cii@dalgau.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения различных инновационных технологий в АПК, в частности беспилотных летательных аппаратов. Проведена сравнительная оценка результатов применения предлагаемых технологий. Дана оценка экономической эффективности внедрения беспилотных летательных аппаратов в производственную деятельность сельскохозяйственного предприятия региона на примере выращивания сои.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, инновационные технологии, точное земледелие, беспилотные летательные аппараты, выращивание сои, экономическая эффективность

**Для цитирования:** Пастушенко С. Б., Маргелова Я. С., Маргелов С. А. Оценка экономической эффективности инновационных технологий в АПК в условиях Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 366–375.

Original article

**Assessment of the economic efficiency of innovative technologies  
in the agro-industrial complex in the Amur region**

**Svetlana B. Pastushenko<sup>1</sup>**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

**Yana S. Margelova<sup>2</sup>**, Master's Degree Student

**Sergey A. Margelov<sup>3</sup>**, Head of the Artificial Intelligence Center

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [sb\\_2003@mail.ru](mailto:sb_2003@mail.ru), <sup>2</sup> [yanamakarenko1402@icloud.com](mailto:yanamakarenko1402@icloud.com), <sup>3</sup> [cii@dalgau.ru](mailto:cii@dalgau.ru)

**Abstract.** The article discusses the possibilities of using various innovative technologies in agriculture, in particular unmanned aerial vehicles. A comparative assessment of the results of the application of the proposed technologies has been carried out. An assessment of the economic efficiency of the introduction of unmanned aerial vehicles into the production activities of an agricultural enterprise in the region is given on the example of soybean cultivation.

**Keywords:** agriculture, innovative technologies, precision farming, unmanned aerial vehicles, soybean cultivation, economic efficiency

**For citation:** Pastushenko S. B., Margelova Ya. S., Margelov S. A. Assessment of the economic efficiency of innovative technologies in the agro-industrial complex in the Amur region. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 366–375), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Современные условия характеризуются широким внедрением цифровых технологий и искусственного интеллекта во все сферы жизнедеятельности общества и виды экономической деятельности. Отрасль сельского хозяйства является одной из наиболее привлекательных для инвесторов, заинтересованных в цифровизации и автоматизации производственных и хозяйственных процессов, поскольку, во-первых, это обусловлено все возрастающей потребностью в продовольствии (по прогнозам, к 2050 г. нужно увеличить производство продовольствия минимум на 70 %, так как численность населения достигнет уровня 9,8 млрд. человек [1]); во-вторых, потребностью в защите экологии; в-третьих, данная отрасль на текущем этапе еще недостаточно охвачена инновационными процессами и цифровизацией.

Учитывая глобальную продовольственную проблему и ограниченность ресурсов, в современных условиях на первый план вышло обеспечение возможности получать максимальную отдачу от каждой единицы площади сельскохозяйственных угодий. С этой целью сельскохозяйственные товаропроизводители все активнее используют инновационные технологии [2].

В мировой практике сельскохозяйственного производства в современных условиях используется множество инновационных технологий, основанных

на цифровизации и искусственном интеллекте. Это и технологии виртуальной реальности с применением очков VR (даже для сельскохозяйственных животных), и спутниковые технологии с применением точной оценки посевов и погодных условий, и беспилотные сельскохозяйственные машины-роботы для выполнения различных технологических процессов, и другие системы.

Например, в США беспилотники и роботизированные аппараты используются для круглосуточного отслеживания химического состава почвы, мониторинга полей. Данные используют для моделирования процессов роста, на основе которых разрабатывают графики внесения подкормок. Наиболее широкое применение получили технологии с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – дронов. Агродроны периодически облетают поля и загружают данные в систему, в которую также добавляются сводки о прогнозах погоды и оптимальные приемы ухода за растениями. Возможность протестировать и скорректировать с помощью VR-технологий различные процессы на основе актуальной информации по поливу, внесению удобрений и другим приемам культивации, позволяет существенно сократить производственные затраты и потери урожая. Похожие системы задействуют в засушливых областях Китая, Индии и других стран, где они помогают принимать решения о точечном орошении поливных площадей [1].

Таким образом, на основе совмещения данных, полученных с дронов с виртуальной реальностью, можно наглядно представить результаты технологических процессов и более обоснованно принимать решения, то есть вести экономичное точное земледелие.

Понятие точного земледелия означает, что сельскохозяйственные угодья оценивают и обрабатывают не гектарами или условными полями, а отдельными участками посевов со всей их неоднородностью всходов, вегетации, влажности и продуктивности почвы, внесения удобрений и др. Точности оценки достигают объединением технологий и получаемых с их помощью

данных: снимков со спутников и БПЛА, датчиков на технике и полях (ландшафт, показатели влажности, температуры, уровня кислотности), метеостанций и др. Определяются неоднородные участки сельхозугодий с использованием географических информационных систем GIS, систем глобального позиционирования GPS, дистанционного зондирования земли, технологий оценки урожайности YMT (Yield Monitor Technologies), методики переменного нормирования VRT (Variable Rate Technology).

Понимая географические, ландшафтные и химические особенности участков поля, можно корректировать полив, вносить удобрения или защитные препараты с учетом этих особенностей. Более того, можно управлять техникой и оборудованием на ней с компьютерной точностью.

Для точного земледелия в сфере сельского хозяйства в большинстве случаев применяются именно дроны. Это методология, основанная на локальных особенностях почвы крупных полей. Используя точные данные, можно разработать более эффективный способ посева, полива, применения удобрений, пестицидов и других химических веществ.

В отличие от пилотируемых аппаратов беспилотники делают процесс обработки данных во время мониторинга полей быстрее и продуктивнее, что упрощает переход к точному земледелию. Кроме этого, дроны легко совмещаются с разными типами приборов, например, ИК-камерами, ультразвуковыми отпугивателями птиц и грызунов. Вооружившись искусственным интеллектом, беспилотник, например, может распознавать и уничтожать сорняки с точностью 96 %, так как химические средства могут использоваться не сплошным охватом поля, а точно по месту. За один пролет или 14 минут работы аппарат обрабатывает около 20 га. По оценкам Deloitte, только в 2023 г. аграрная отрасль получила около 8 млн. дронов. Ожидается, что к 2032 г. этот рынок вырастет в 20 раз [1].

Современные дроны не только универсальны, но и эффективны с точки

зрения мощности. Например, дрон-распылитель с емкими батареями полностью заряжается всего за несколько минут, что позволяет ему продуктивно работать в течение длительного времени. Возможность круглосуточно выполнять опрыскивания и посев помогает увеличить количество полезных часов, а трудовые затраты при этом минимальные [3].

Кроме того, использование дронов для точного внесения химических препаратов – важный шаг для будущего сельского хозяйства с точки зрения его экологичности, поскольку использование меньшего количества средств и только в наиболее необходимых местах позволяет в разы сократить количество ядовитых веществ в окружающей среде.

В Амурской области первые дроны марки DJI были запущены в 2021 г., но не нашли высокого уровня обратной связи от сельскохозяйственных товаропроизводителей. Причины этого, приводимые амурскими аграриями, состоят в следующем:

1) отсутствие дилерского центра на территории Дальнего Востока и Амурской области, в частности, способного оказать информационно-консультационную и сервисную поддержку;

2) отсутствие кадров на предприятиях в области эксплуатации беспилотных летательных систем;

3) отсутствие доверия к технологиям ультра-малообъемного внесения средств защиты растений; для сравнения средняя норма внесения раствора наземной техникой составляет около 200 л/га, тогда как внесение раствора дроном составляет до 10 л/га.

В связи с этим, Центром искусственного интеллекта Дальневосточного государственного аграрного университета совместно с агрохимической компанией «Агроцентр BASF» (г. Благовещенск) проведен эксперимент по сравнению способов внесения средств защиты растений по сое между агродроном DJI AGRAS T20 и наземным опрыскивателем LEMKEN Primus в 2023 г.

Проведенные опыты внесения средств защиты растений (СЗР) по посевам сои в реальных условиях Амурской области показали результаты (табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты проведенных опытов**

| Показатели                            | Значения                    |                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
|                                       | при внесении СЗР агродроном | при внесении СЗР наземной техникой |
| Содержание протеина в соевых бобах, % | 45,54                       | 45,87                              |
| Общее количество отходов, %           | 5,1                         | 5,8                                |
| Содержание травмированного зерна, %   | 3,83                        | 4,61                               |
| Масса 1 000 семян, %                  | 196,53                      | 204,62                             |
| Урожайность, ц/га                     | 21,56                       | 22,63                              |

Таким образом, применение агродронов при возделывании сои является эффективным инструментом при незначительном отставании по качественным характеристикам урожая от наземной техники.

Помимо инновационной привлекательности использование агродронов является и экономически эффективным. На сегодняшний день в сельском хозяйстве используются беспилотная авиация, сельскохозяйственная авиация, наземные опрыскиватели (самоходные и прицепные). Сравнительная оценка затрат на применение различных технологий представлена в таблице 2. Она позволяет сделать вывод, что применение БПЛА для обработки посевов сои средствами защиты растений является экономически эффективным методом.

**Таблица 2 – Сравнительная оценка себестоимости внесения средств защиты растений по посевам сои**

| Показатели                                | Агродрон AGRAS T20 | Самоходный опрыскиватель «Туман» |
|---|--------------------|----------------------------------|
| Стоимость оборудования, тыс. руб.         | 1 650              | 6 000                            |
| Заработная плата за смену, тыс. руб.      | 3                  | 3                                |
| Производительность за смену, га           | 120                | 600                              |
| Производственный ресурс (амортизация), га | 7 000              | 33 500                           |
| Расход топлива за смену, тыс. руб.        | 1,38               | 11,25                            |
| Себестоимость обработки 1 га, руб.        | 272,21             | 202,85                           |

Несмотря на то, что себестоимость 1 га внесения препарата дроном дороже самоходного опрыскивателя на 34 %, при работе с БПЛА отсутствуют

## Организационно-экономический механизм агропромышленного комплекса: состояние, проблемы и перспективы

затраты, связанные с подвозом топлива и воды, так как применяется технология ультра-малообъемного внесения, а также не требуется проводить операции с созданием раствора, что не учитывалось при расчете себестоимости обработки 1 га наземным опрыскивателем.

Также экономическая эффективность выражается в приросте урожайности сои. На примере ООО «Имени Негруна» предлагается комплекс мер в виде применения жидких подкормок, которые в Амурской области применяются не так часто (ввиду необходимости проведения дополнительных обработок), а также приобретения и внедрения БПЛА DJI AGRAS T20. Внесение жидких подкормок является технологически целесообразным, так как производители в качестве рекомендательных систем предлагают вносить препараты при помощи средств авиации.

Для примера была подобрана листовая подкормка от компании «Благо», филиал которой располагается в г. Благовещенске. В ходе многочисленных опытов на территории Амурской области, средний показатель прибавки урожайности сои при однократной листовой подкормке в период бутонизации фосфором и бором составил от 10 % [4]. Расчет экономического эффекта представлен в таблице 3.

**Таблица 3 – Экономическая эффективность применения БПЛА и листовой подкормки сои «БЛАГО» на примере ООО «Имени Негруна»**

| Показатели                      | Базовый год (2022 г.) | Проект   | Темп роста проекта к базовому году, % | Абсолютный прирост проекта к базовому году, +/- |
|---------------------------------|-----------------------|----------|---------------------------------------|---|
| Валовой сбор, тыс. тонн         | 28,5073               | 31,4798  | 110,43                                | 2,9725  |
| Площадь посева, тыс. га         | 13,96                 | 13,96    | 100,00                                | 0   |
| Урожайность (фактическая), ц/га | 20,5                  | 22,55    | 110,00                                | 2,05  |
| Цена 1 ц, руб.                  | 2 650,1               | 2 650,1  | 100,00                                | 0   |
| Себестоимость 1 ц, руб.         | 1 780,08              | 1 665,80 | 93,58                                 | -114,28   |
| Прибыль на 1 ц, руб.            | 870,02                | 984,3    | 113,14                                | 114,28  |
| Рентабельность, %               | 48,88                 | 59,09    | –                                     | –   |

Расчет показывает, что рентабельность сои при применении агродронов возрастает с 48,88 % в базовом году до 59,09 % по проекту, при сократившейся себестоимости на 6,42 %.

При планировании внедрения предлагаемых технологий следует учитывать, что агротехнический срок внесения подкормки составляет около 3 дней, а один дрон способен обработать в общей сложности 360 га за этот период. В то же время площадь посева составляет 13 960 га. Поэтому целесообразно рассматривать внедрение БПЛА при условии режима работы «рой дронов», когда один оператор будет способен обслуживать до 10 машин одновременно. На данный момент в мировой индустрии это не представляется возможным, хотя прототипы таких решений уже существуют и в ближайшей перспективе данные технологии будут востребованы повсеместно. Также стоит отметить, что внесение подкормок можно осуществлять после мониторинга полей при помощи индекса NDVI и экономично обрабатывать только проблемные зоны, для выравнивания урожайности или же применить обработку дронами на других культурах (кукуруза, овес и т. д.).

Таким образом, в современных условиях проблемы с внедрением инновационных беспилотных технологий в условиях АПК Амурской области решаются следующим образом:

1. На территории Амурской области открыли представительства двух компаний-поставщиков: ООО «Технологическая компания Хунюань» (дилер китайской компании DJI) и ООО «Союз Скай Хим» (дилер китайской компании XAG).

2. В Дальневосточном государственном аграрном университете с 2023 г. осуществляется подготовка специалистов-эксплуатантов беспилотных летательных аппаратов, в том числе для сельского хозяйства.

3. Выпускниками университета был отработан сельскохозяйственный сезон 2023 г. в компании АО «ФМРус», специализирующейся на внесении

средств защиты растений дронами. Некоторые предприятия уже изъявили желание в трудоустройстве выпускников вуза, владеющих навыками управления БПЛА и обработки данных с них.

**Заключение.** *Технологии стремительно развиваются и меняются правовые нормы, касающиеся коммерческого использования дронов, поэтому уже сегодня можно достичь существенных результатов в сфере сельского хозяйства при сравнительно небольших затратах на цифровизацию. Все используемые инновационные технологии в условиях цифровизации АПК обеспечивают ведение, так называемого, точного земледелия. Они направлены на снижение затрат на производство продукции, обеспечение ее высокого качества, повышение производительности труда и обеспечение экологичности ведения сельскохозяйственного производства.*

#### Список источников

1. VR, комбайны-роботы и дроны: как инновации спасают сельское хозяйство // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/791482/> (дата обращения: 01.02.2024).
2. Точное земледелие – что, для кого и зачем? // Smart AGRO. URL: <https://smartagro.ru/precisionfarming> (дата обращения: 01.02.2024).
3. Дроны на паузе. Что мешает развитию отечественного рынка БПЛА // Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/41748-drony-na-pauze-chto-meshaet-razvitiyu-otechestvennogo-rynka-bpla/> (дата обращения: 01.02.2024).
4. Удобрения для сои // Удобрения Благо. URL: [https://blagoagro.ru/blago\\_cito#!/tab/529550712-3](https://blagoagro.ru/blago_cito#!/tab/529550712-3) (дата обращения: 01.02.2024).

#### References

1. VR, robot harvesters and drones: how innovations save agriculture. *Habr.com* Retrieved from <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/791482/> (Accessed 01 February 2024) (in Russ.).
2. Precision farming – what, for whom and why? *Smartagro.ru* Retrieved from

<https://smartagro.ru/precisionfarming> (Accessed 01 February 2024) (in Russ.).

3. Drones are on pause. What hinders the development of the domestic UAV market. *Agroinvestor.ru* Retrieved from

<https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/41748-drony-na-pauze-cto-meshaet-razvitiyu-otchestvennogo-rynka-bpla/> (Accessed 01 February 2024) (in Russ.).

4. Fertilizers for soybeans. *Blagoagro.ru* Retrieved from [https://blagoagro.ru/blago\\_cito#!/tab/529550712-3](https://blagoagro.ru/blago_cito#!/tab/529550712-3) (Accessed 01 February 2024) (in Russ.).

© Пастушенко С. Б., Маргелова Я. С., Маргелов С. А., 2024

Статья поступила в редакцию 27.03.2024; одобрена после рецензирования 10.04.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 27.03.2024; approved after reviewing 10.04.2024; accepted for publication 07.06.2024.