

## Экономическая эффективность использования дронов в растениеводстве

**Карелина Мария Юрьевна<sup>1</sup>**

Д-р техн. наук, д-р пед. наук, проректор  
ORCID: 0000-0003-0335-7550, e-mail: myu\_karelina@guu.ru

**Бухарина Ирина Леонидовна<sup>2</sup>**

Д-р биол. наук, Директор Института гражданской защиты  
ORCID: 0000-0001-8084-2547, e-mail: buharin@udmlink.ru

**Белоусова Мария Николаевна<sup>1</sup>**

Канд. экон. наук, доц. каф. информационных систем  
ORCID: 0000-0002-0072-5656, e-mail: mn\_belousova@guu.ru

**Белоусов Виталий Андреевич<sup>1</sup>**

Ст. преп. каф. информационных систем  
ORCID: 0000-0002-6964-5400, e-mail: va\_belousov@guu.ru

<sup>1</sup>Государственный университет управления, 109542, Рязанский пр-т, 99, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Удмуртский государственный университет, 426034, Университетская ул., 1, г. Ижевск, Россия

---

### Аннотация

Многие предприятия в сфере агробизнеса ищут пути повышения эффективности и сохранения конкурентных преимуществ. Целью настоящего исследования является изучение возможности использования дронов в растениеводстве и расчет эффективности внедрения данной технологии. Применялись следующие методы: анализ, синтез, обобщение, рейтингования, линейного программирования. Изучены и систематизированы количественные инструменты оценки эффективности внедрения цифровых технологий в растениеводстве, рассмотрены современные подходы к оценке эффективности отдельных процессов в сельском хозяйстве. Проведен сравнительный анализ рынка сельскохозяйственных дронов, предлагаемых официальными дилерами и российскими производителями. Рассмотрен феномен внедрения дронов в растениеводстве с целью проведения аэрофотосъемки и для внесения удобрений. Разработаны два возможных сценария поведения фермера в отношении ведения сельского хозяйства: осуществление мониторинга состояния полей и урожая с помощью собственного транспортного средства, а также внесение удобрений с помощью специализированной сельскохозяйственной техники и выполнение аналогичной работы выполнять с использованием дронов. Установлено, что при росте урожайности за счет эффективности использования дронов доход увеличивается на 1,11 %. Осуществлен расчет ежегодного дополнительного дохода от повышения урожайности за счет использования сельскохозяйственных дронов по основным сельскохозяйственным культурам (кукуруза, пшеница, подсолнечник, ячмень, соя, рапс, горох, гречка, просо) в масштабах Российской Федерации. Рассчитан показатель экономической эффективности внедрения в аграрное производство сельскохозяйственных дронов. Подчеркнута необходимость государственной поддержки внедрения сельскохозяйственных дронов в растениеводстве в форме лизинга, низких ставок по кредитам, субсидий.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, сельскохозяйственные дроны, растениеводство, точное земледелие, инновации, сельскохозяйственная техника, цифровые технологии, сельское хозяйство

**Благодарности.** Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2024-542.

**Для цитирования:** Карелина М.Ю., Бухарина И.Л., Белоусова М.Н., Белоусов В.А. Экономическая эффективность использования дронов в растениеводстве//Управление. 2025. Т. 13. № 4. С. 72–80. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-4-72-80



## Economic efficiency of using drones in plant growing

**Maria Yu. Karelina<sup>1</sup>**

Dr. Sci. (Engr.), Dr. Sci. (Ped.), Vice Rector  
ORCID: 0000-0003-0335-7550, e-mail: myu\_karelina@guu.ru

**Irina L. Bukharina<sup>2</sup>**

Dr. Sci. (Biol.), Director of the Institute of Civil Protection  
ORCID: 0000-0001-8084-2547, e-mail: buharin@udmlink.ru

**Maria N. Belousova<sup>1</sup>**

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Information Systems Department  
ORCID: 0000-0002-0072-5656, e-mail: mn\_belousova@guu.ru

**Vitaly A. Belousov<sup>1</sup>**

Senior Lecturer at the Information Systems Department  
ORCID: 0000-0002-6964-5400, e-mail: va\_belousov@guu.ru

<sup>1</sup>State University of Management, 99, Ryazansky prospekt, Moscow 109542, Russia

<sup>2</sup>Udmurt State University, 1, Universitetskaya ulitsa, Izhevsk 426034, Russia

---

### Abstract

---

Many agribusiness enterprises are looking for ways to increase efficiency and maintain competitive advantages. The purpose of the study is to consider the possibility of using drones in crop production and calculate the effectiveness of implementing this technology. The following methods were used: analysis, synthesis, generalization, rating, and linear programming. Quantitative tools for assessing the effectiveness of implementing digital technologies in crop production have been studied and systematized, and modern approaches to assessing individual processes effectiveness in agriculture have been considered. A comparative analysis of the agricultural drone market offered by official dealers and Russian manufacturers has been conducted. The phenomenon of implementing drones in crop production for the purpose of aerial photography and fertilization has been considered. Two possible scenarios of farmer behavior in relation to agriculture have been developed: monitoring the condition of fields and crops using their own vehicle, as well as applying fertilizers using specialized agricultural machinery and performing similar work using drones. With an increase in yields due to the efficiency of using drones, income increases by 1.11%. The calculation of the annual additional income from increasing yields through the use of agricultural drones for the main agricultural crops (corn, wheat, sunflower, barley, soybeans, rapeseed, peas, buckwheat, and millet) in Russia has been carried out. An indicator of the economic efficiency of implementing agricultural drones into agricultural production has been calculated. The need for state support for implementing agricultural drones in crop production in the form of leasing, low loan rates, and subsidies has been emphasized.

---

**Keywords:** economic efficiency, agricultural drones, crop production, precision farming, innovations, agricultural machinery, digital technologies, agriculture

---

**Acknowledgements.** The article was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, agreement No. 075-15-2024-542.

---

**For citation:** Karelina M.Yu., Bukharina I.L., Belousova M.N., Belousov V.A. (2025). Economic efficiency of using drones in plant growing. *Upravlenie / Management (Russia)*, 13 (4), pp. 72–80. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-4-72-80

---



## Введение / Introduction

Многие предприятия в сфере агробизнеса ищут пути повышения эффективности и сохранения конкурентных преимуществ, поскольку в контексте инновационной экономики именно инновации могут способствовать повышению эффективности экономической деятельности. Группа исследователей в качестве инновационных решений предлагает моделирование, основанное на интегрированном объектно-субъектном подходе, концептуальной модели и обобщенной модели синергетической динамики с учетом неопределенностей [Ramazanov, 2020].

Корреляционный анализ и эконометрическое моделирование являются широко используемыми методами оценки процессов в национальной экономике в целом и в сельском хозяйстве в частности. Л. Кучер и соавторы использовали первый метод для выявления и оценки тесноты взаимосвязи между факторами, влияющими на формирование финансового обеспечения реализации инновационных проектов сельскохозяйственных предприятий. Второй метод был использован для построения математической модели зависимости инвестиционной прибыли сельскохозяйственных предприятий от затрат на производство. Другие ученые применили корреляционный анализ для оценки экологических и экономических затрат на использование органических земель для инженерных целей и для оценки целесообразности развития органического производства [Skorokhod et al., 2022]. Ряд авторов рассматривают повышение эффективности использования земель как фактор роста сельскохозяйственного производства [Poltavets, Bahin, 2022].

Существенное значение в повышении эффективности агробизнеса и сельскохозяйственного производства имеют цифровые технологии. Большое внимание уделяется поэтапному оцениванию отдельных операций или действий освоения технологий точного земледелия, исключая оценку эффективности всей системы бизнес-модели цифровой трансформации [Зубарева, 2023].

Учитывая резкие глобальные климатические изменения и негативные последствия влияния внешней среды на выращивание сельскохозяйственных культур, агробизнес чрезвычайно активно увеличивает спрос на инновационные решения для повышения производительности и эффективности, и в первых рядах подобных решений выступают дроны. Использование сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов (далее — БПЛА) является важнейшим элементом сохранения качества земель при одновременном повышении производительности труда фермеров, урожайности (за счет снижения потерь) и эффективности сельскохозяйственного производства в целом. Использование сельскохозяйственных беспилотников позволяет фермерам сохранять качество почвы, избегая ее уплотнения

и оптимизировать распыление питательных веществ [Tigabu Asfaw, 2023].

На сегодняшний день применение дронов является одним из приоритетных направлений в сельском хозяйстве потому, что открывает новые технологические возможности для точного земледелия. Невзирая на недостатки работы беспилотников, рынок стабильно развивается. Изучение всех преимуществ и недостатков использования БПЛА требует производственных исследований, экономического оценивания и обоснования.

Целью настоящего исследования является изучение возможности использования дронов в растениеводстве и расчет эффективности внедрения данной технологии.

## Методы исследования / Research methods

На первом этапе исследования изучен ассортимент сельскохозяйственных дронов, предлагаемых официальными дилерами и отечественными производителями.

На втором этапе исследования собрана информация об условиях использования сельскохозяйственных дронов, технических преимуществах и недостатках отдельных марок, ценах на технику или ее аренду, стоимости обучения управлению сельскохозяйственным дроном и обслуживания, а также о производительности сельскохозяйственных дронов. В результате проведен сравнительный анализ и составлен рейтинг лидеров среди производителей, дистрибьюторов и поставщиков услуг сельскохозяйственных дронов.

Третий этап исследования посвящен непосредственному применению математического метода поиска решений для расчета эффективности использования сельскохозяйственных дронов при обработке сельскохозяйственных угодий. В качестве параметров расчета использовались производительность сельскохозяйственных дронов, скорость и площадь обработки, количество потребляемых питательных растворов и структура почвы. Стояла задача определить оптимальное количество сельскохозяйственных дронов для обработки сельскохозяйственных угодий, которые следует приобрести или взять в аренду. Эти данные использованы для расчета эффективности, исходя из прогнозируемого прироста урожайности и средней стоимости сельскохозяйственного дрона.

## Результаты исследования / Study results

Анализ показал, что существуют разные виды беспилотников, которые предназначены для эксплуатации в сельском хозяйстве. Некоторые модели подходят для быстрого распыления пестицидов на полях, в то время как другие оптимальны для постоянного наблюдения за посевами. В результате экономия полностью окупает приобретение агродрона. В случае возникновения непредсказуемой ситуации — пожара или наводнения — удастся максимально быстро

обнаружить источник, чтобы оперативно принять необходимые меры и минимизировать возможные убытки.

Важен выбор модели, позволяющей получить полный набор опций, которые необходимы агропредприятию и фермеру с учетом специфики его хозяйства. В целом доступны следующие функции:

- аэрофотосъемка и видеосъемка;
- контроль и постоянный обзор ситуации на полях, детализация изображений благодаря малой высоте полета;
- обработка (опрыскивание) полей;
- сканирование местности, которое позволяет анализировать ситуацию на удаленных участках поля, в условиях максимально плотной посадки растений;
- посев семян, где технология позволяет быстро распределить посевной материал на подготовленном участке почвы;
- 3D-моделирование для обнаружения площадей с недостаточным или чрезмерным орошением для составления карт дальнейшего увлажнения.

В то же время анализ показал, что существует ряд проблем, связанных с применением беспилотников:

- высокая стоимость оборудования и обслуживания;
- ограничения времени полета и емкости батареи;
- погодные условия, влияющие на работу дронов;
- регулирование и разрешение на полеты;
- ошибки при разметке поля;
- сбой координат во время полета;
- неправильное разведение дронов, после чего происходит столкновение;
- небольшое количество наработанных часов дрона в воздухе.

Увеличение количества беспилотных летающих объектов, управляемых операторами с разной степенью подготовки и социальной ответственности, свидетельствует о необходимости законодательного регулирования этой сферы.

Следует учесть, что, кроме покупки дрона, необходимо иметь штат работников (одна бригада — два дрона, два человека и один микроавтобус). Требуется дополнительное оборудование для выездной бригады (генераторы, зарядные станции, освещение, прожекторы, стремянка, бочки, стулья раскладные). Ненормированный график работы выездных бригад, своевременное осуществление технического обслуживания, системная замена быстроизнашивающихся элементов дрона и ряд других вопросов означают существенные финансовые затраты.

У каждой модели свои особенности, которые важно учитывать при подборе и сравнении. Анализ технических характеристик позволит подобрать оптимальное соотношение стоимости и функциональности.

Анализ информации, собранной на первом этапе исследования, показал, что большая часть потребности российских аграриев в сельскохозяйственных

дронах удовлетворяется зарубежными компаниями через официальных дистрибьюторов, несмотря на то что сельскохозяйственные дроны отечественного производства успешно конкурируют с зарубежными аналогами по техническим характеристикам и по цене<sup>1,2</sup>. Основными игроками рынка сельскохозяйственных дронов являются DJI (Китай), PrecisionHawk (Соединенные Штаты Америки (далее — США), Trimble Inc. (США), Parrot (Франция), 3DR (США), AeroVironment, Inc. (США), Yamaha Motor Corp. (Япония), DroneDeploy (США), AgEagle Aerial Systems, Inc. (США), OPTiM Corp. (Япония), senseFLY (Швейцария), Pix4D (Швейцария), Sentera Inc. (США), SlantRange (США), ATMOS UAV (Нидерланды), Delair (Франция) и Nileworks Inc. (Япония)<sup>3,4</sup>.

Аналитики условно разделяют рынок на две части: производство оборудования и производство программного обеспечения для дронов. Ожидается, что в последующие годы рост объемов в данной сфере будет происходить за счет появления нового программного обеспечения. Производство оборудования включает каркас, системы контроля и управления, двигатели, системы камер, навигационные системы и аккумуляторы. Несмотря на то что усовершенствования требует каждая часть оборудования, аналитики предполагают, что в ближайшие годы системы камер станут еще более инновационными. На сегодняшний день около 45 % использования дронов приходится на Северную Америку, но ожидается, что Азиатско-Тихоокеанский регион станет лидером в ближайшее время<sup>5,6</sup>. Также в перспективе прогнозируется рост объема рынка дронов за счет Южной Америки и Африки.

Проблема распространенности сельскохозяйственных дронов зарубежного производства на рынке

<sup>1</sup> Agriculture Drones Market. Режим доступа: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agriculture-drones-market> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>2</sup> Рынок агродронов взлетает к максимальной прибыли: 5 тенденций. Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/novosti/rynok-agrodronov-vzletaet-k-maksimalnoi-pribyli-5-tendencii.html?ysclid=mfv4mag2uz950470694> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>3</sup> Global Agriculture Drone Market. Режим доступа: <https://market.us/report/agriculture-drone-market/> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>4</sup> Дроны в сельском хозяйстве. Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны\\_в\\_сельском\\_хозяйстве?ysclid=mfv4n9qxqm46136978](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны_в_сельском_хозяйстве?ysclid=mfv4n9qxqm46136978) (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>5</sup> Рынок агродронов взлетает к максимальной прибыли: 5 тенденций. Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/novosti/rynok-agrodronov-vzletaet-k-maksimalnoi-pribyli-5-tendencii.html?ysclid=mfv4mag2uz950470694> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>6</sup> Анализ потребления и потенциала рынка сельскохозяйственных услуг с использованием БПЛА в России. Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/articles/15882/?ysclid=mfv4pwioh9904604740> (дата обращения: 18.09.2025).

связана со слабой инвестиционной базой в Российской Федерации (далее – РФ, Россия), а также с неконкурентной маркетинговой политикой отечественных производителей по продвижению своей продукции.

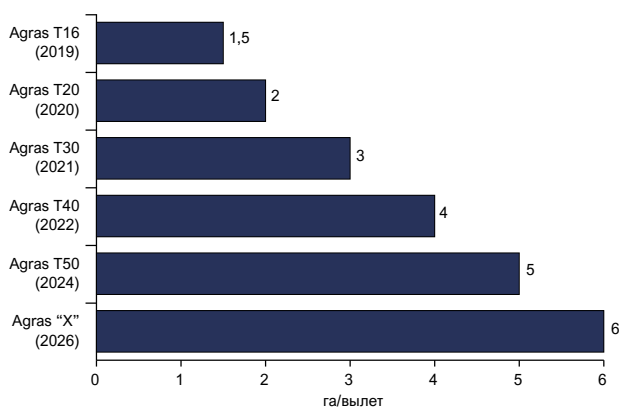
Рынок дронов в реалиях российского агросектора можно представить следующим образом:

- 70 % представителей компании DJI;
- 20 % модели от XAG;
- 10 % остальных производителей.

Использование дронов в агросекторе началось с основных функций, таких как аэрофотосъемка и мониторинг состояния посевов. Эти технологии позволяли агропроизводителям получать точные данные о состоянии своих полей, выявлять болезни, вредителей и проблемы с развитием растений. Первые агродроны на полях начали появляться с 2014 г. Дроны-опрыскиватели стали защищать культурные растения с 2019 г.<sup>7</sup> По состоянию на сегодняшний день количество дронов в аграрном секторе увеличилось и продолжает двигаться в том же направлении.

В последние годы дроны-опрыскиватели все больше используются как элемент точного земледелия, предусматривающий авиа-внесение пестицидов и удобрений. Это значительно повышает эффективность использования ресурсов и снижает затраты на агрохимикаты, снижая негативное влияние на окружающую среду.

Как видим на следующих диаграммах, производительность дронов-опрыскивателей с каждым годом постоянно растет (рис. 1–3).



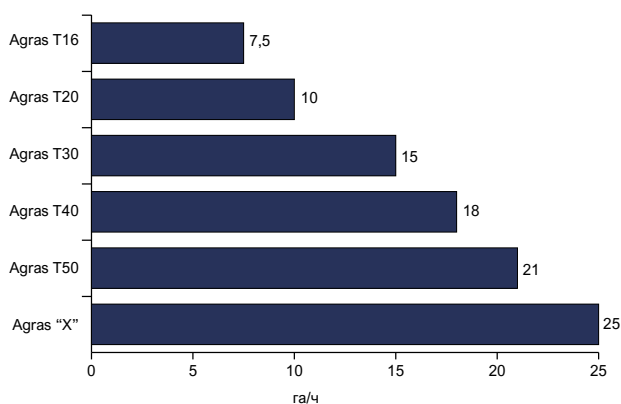
Составлено авторами по материалам источника<sup>8</sup> / Compiled by the authors on the materials of the source<sup>8</sup>

**Рис. 1.** Динамика производительности дронов-опрыскивателей по скорости

Fig. 1. Performance dynamics of spray drones by speed

<sup>7</sup> Что такое агродроны и зачем они нужны. Режим доступа: [https://dronschool.ru/agro\\_drony](https://dronschool.ru/agro_drony) (дата обращения: 18.09.2025).

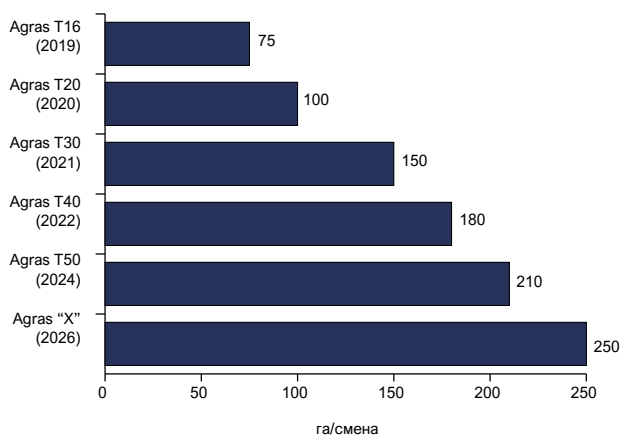
<sup>8</sup> DJI. Режим доступа: <https://www.dji.com> (дата обращения: 18.09.2025).



Составлено авторами по материалам источника<sup>9</sup> / Compiled by the authors on the materials of the source<sup>9</sup>

**Рис. 2.** Динамика производительности дронов-опрыскивателей по времени

Fig. 2. Performance dynamics of spray drones by time



Составлено авторами по материалам источника<sup>10</sup> / Compiled by the authors on the materials of the source<sup>10</sup>

**Рис. 3.** Динамика производительности дронов-опрыскивателей по мощности

Fig. 3. Performance dynamics of spray drones by power

Учитывая имеющуюся динамику производительности дронов-опрыскивателей, мы можем обратить внимание на постоянное повышение производительности у каждой следующей модели DJI серии AGRAS (табл. 1). В определенный момент может произойти снижение темпов развития, но пока и ближайший перспективный рост рынка дронов не вызывает сомнений.

<sup>9</sup> Что такое агродроны и зачем они нужны. Режим доступа: [https://dronschool.ru/agro\\_drony](https://dronschool.ru/agro_drony) (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>10</sup> Там же.

Таблица 1

**Список сельскохозяйственных дронов, их характеристики и цена на 2025 г.**

Table 1. List of agricultural drones, their characteristics, and price for 2025

Наименование	Функциональность и производительность	Производитель	Цена (руб.)
AGDY-40	Обрабатывает до 20 га/ч на сельскохозяйственных угодьях, нужен для выполнения работ по опрыскиванию и внесению сыпучих веществ	Россия, AGDY	2 390 000
Vector AGR HD540	Обрабатывает до 22 га/ч на сельскохозяйственных угодьях, площадь за смену – 150 га	Россия, общество с ограниченной ответственностью «Агротехнологии»	2 400 000
DRONEX® AGRO30	Обрабатывает до 16 га/ч	Россия, Dronex	1 577 000
DJI Agras T30	Обрабатывает до 16 га/ч, способен распознавать урожай в любую погоду и под любым углом	Сделано в Китае DJI – 2/3 мирового рынка	1 515 800
DJI Agras T40	Обрабатывает в среднем 21,33 га/ч, оснащен радаром с активной фазированной решеткой и бинокулярным зрением, поддерживает картографирование садов и сельскохозяйственных угодий		1 930 500
XAG V40 SET	Предназначен для сельскохозяйственных производителей с земельным фондом 100 га и более, за одну смену обрабатывается до 120–150 га, максимальная производительность – 40 кг/мин.		1 269 990
XAG P40	Предназначен для опрыскивания, трансляции, видеосъемки и картографирования, емкость для внесения средств защиты растений – 20 л, производительность при составлении карты поля – 6,67 га за 10 мин.		928 990
WALKERA AG 18	Обрабатывает до 58 га/ч	Китай	5 184 000

Составлено авторами по материалам источников<sup>11,12,13,14,15,16</sup> / Compiled by the authors on the materials of the sources<sup>11,12,13,14,15,16</sup>

Рассмотрим наиболее универсальные количественные инструменты оценки эффективности внедрения

цифровых технологий в растениеводстве, которые представлены в табл. 2.

<sup>11</sup> Сельскохозяйственный дрон DJI Agras T30. Режим доступа: <https://dji-rus.ru/selskohozaystvennye-drony/dji-agras-t30/> (дата обращения: 18.09.2025)

<sup>12</sup> Платформа XAG V40. Режим доступа: [https://xag-skymec.ru/specs\\_v40](https://xag-skymec.ru/specs_v40) (дата обращения: 18.09.2025)

<sup>13</sup> БПЛА Агродрон VECTOR AGR HD540. Режим доступа: <https://agrasc.pf/hd540?ysclid=mfxyrwywub372578054> (дата обращения: 18.09.2025)

<sup>14</sup> Агродрон AGDY-40 для опрыскивания и разбрасывания. Режим доступа: <https://agroselena.ru/product/agrodron-agdy-40-dlya-opryskivaniya-i-razbrasyvaniya/?ybaip=1&yclid=580136836495572991> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>15</sup> Сельскохозяйственные дроны WALKERA. Режим доступа: <http://walkera.org/selskohozaystvennye-drony> (дата обращения: 18.09.2025).

<sup>16</sup> В России организовано серийное производство дронов для сельского хозяйства. Режим доступа: <https://e-cis.info/news/567/118480/?ysclid=mfuvyfbjxr8075800> (дата обращения: 18.09.2025).

Таблица 2

**Количественные инструменты оценки эффективности внедрения цифровых технологий в растениеводстве**

Table 2. Quantitative tools for assessing the effectiveness of implementing digital technologies in crop production

Инструменты	Описание инструментов	Важность и влияние на сельскохозяйственное предприятие
Ключевые показатели (KPI)	Набор числовых метрик, измеряющих прогресс в достижении стратегических целей, таких как операционная эффективность, скорость разработки	Обеспечивают объективную оценку реализации стратегий, позволяют отслеживать прогресс в реальном времени, способствуют конкурентоспособности предприятия
BSC (финансовые показатели)	Показатели для оценки экономической эффективности стратегий, включая ROI, NPV, CBA, измеряют доходность, расходы и долгосрочную ценность инвестиций	Помогают оценить финансовое влияние стратегий, критически важны для привлечения инвесторов и обоснование затрат на инновационную деятельность
Гар-анализ	Метод сравнения текущих показателей с целевыми показателями, чтобы определить разрывы и необходимые действия	Позволяет предприятиям идентифицировать слабые места в стратегиях, разрабатывать планы для их устранения, повышая адаптивность к изменениям

Инструменты	Описание инструментов	Важность и влияние на сельскохозяйственное предприятие
Специфические ИТ-метрики	Технические и операционные показатели, характерные для ИТ-сферы, такие как частота развертывания, количество новых функций	Отражают технологическую эффективность и качество

Составлено авторами по материалам источников [Азиева, 2023; Зубарева, 2023; Мусина, Габидуллин, 2023; Мороз, Медведский, 2024; Паштетский, Тимиргалеева, Вердыш, 2023; Пудовкина, Иваев, Сафронов, 2023] / Compiled by the authors on the materials of the sources [Azieva, 2023; Zubareva, 2023; musina, Gabidullin, 2023; Moroz, Medvedsky, 2024; Pashtetsky, Timirgaleeva, Verdysch, 2023; Pudovkina, Ivaev, Safronov, 2023]

Для расчета эффективности использования дронов в земледелии авторами предложено рассчитать повышение урожайности в % для того, чтобы окупить дроны. Для расчета эффективности дронов смоделирован сценарий, по которому фермер покупает два дрона: один для картографирования и мониторинга, другой – для внесения удобрений. Для управления дронами фермер нанимает оператора с оплатой труда 70 руб./га (средняя заработная плата оператора дрона). Ожидается, что оператор за сезон проведет 18 вылетов, из которых один вылет – для создания актуальной карты поля, 14 – по мониторингу роста культуры, три – с внесением удобрений. В качестве альтернативы фермер сам будет проводить мониторинг состояния качества растений на собственном транспорте, а для внесения будет пользоваться услугами сельскохозяйственной техники по тарифу 300 руб. га. Цена дрона для внесения удобрений составляет 1 515 800 руб. компании DJI марки AGRAS T30, а дрона для мониторинга (марка DJI модель Mavic Pro 3) – 293,150 тыс. руб.<sup>17</sup>. Поскольку дроны относятся к машинам и оборудованию, срок амортизационных выплат минимально должен составлять пять лет, поэтому, воспользовавшись прямолинейным методом амортизации, мы рассчитаем ежегодные выплаты:

$$A = (1\,515\,800 + 293\,150) / 5 = 361\,790 \text{ руб.} \quad (1)$$

Предположим, что земельный банк фермера составляет 100 га, фермер выращивает пшеницу, средняя урожайность пшеницы в его поле – 3,5 т/га, цена реализации – 14 тыс. руб./т. При расчете не учитываются стоимость посевного материала (поскольку на оценку эффективности использования дронов данный показатель не влияет), запасных частей и ремонта (как дрона, так и сельскохозяйственной техники) и минеральных удобрений (хотя при выборочном внесении дронами можно сэкономить до 40 % удобрений). Также допустим, что использование дронов даст определенный  $n$  эффект для урожайности.

Сначала рассчитаем доход фермера при варианте, что он сам осуществляет мониторинг роста культуры, а для внесения удобрений использует сельскохозяйственную технику. За сезон удобрения вносятся трижды:

<sup>17</sup> DJI. Режим доступа: <https://www.dji.com> (дата обращения: 18.09.2025).

$$D = 100 \cdot 3,5 \cdot 14\,000 - (300 \cdot 100 \cdot 3) = 4\,810\,000 \text{ руб.} \quad (2)$$

Рассчитаем доход по сценарию использования дронов без учета коэффициента  $n$ :

$$D_2 = 100 \cdot 3,5 \cdot 14\,000 - (361\,790 + (70 \cdot 100 \cdot 18)) = 4\,412\,210 \text{ руб.} \quad (3)$$

Если использование дронов не повлияет на урожайность, за сезон фермер получит на 397,790 тыс. руб. меньше. Для того чтобы рассчитать при каком показателе  $n$  удастся получить эквивалентную прибыль при использовании дронов, что и при использовании альтернатив, в результате  $D_2$  подставим показатель  $D$ :

$$D_3 = 100 \cdot 3,5 \cdot n \cdot 14\,000 - (361\,790 + (70 \cdot 100 \cdot 18)) = 4\,810\,000 \text{ руб.} \quad (3)$$

Рассчитаем показатель  $n$ :

$$4\,412\,210 \cdot n = 4\,810\,000 \text{ руб.} \quad (4)$$

Если  $n = 1,09$ , то  $n = 1,09 \cdot 100 = 109$  %. Если использование дронов повысит урожайность на 9 % (или на 0,31 т/га), использование дронов эквивалентно использованию альтернативных способов мониторинга и внесения удобрений. Если этот показатель больше, использование дронов экономически выгоднее альтернативы.

Рассчитаем влияние использования дронов на прибыль при повышении урожайности на 1 %:

$$D_4 = 100 \cdot 3,5 \cdot 1,01 \cdot 14\,000 - (361\,790 + (70 \cdot 100 \cdot 18)) = 4\,461\,210 \text{ руб.} \quad (5)$$

Если  $k = 4\,461\,210 / 4\,412\,210 = 1,0111$ , то  $k = 1,0111 \cdot 100 = 101,11$  %. При увеличении урожайности на 1 % за счет использования дронов доход увеличивается на 1,11 %.

В России уже разработали дроны, способные до 20 % повышать урожайность<sup>18,19</sup>. По представленным данным, устранение уплотнения почвы только

<sup>18</sup> Дроны в поле. Разработка ученых Пермского Политеха повысит урожайность посевов на 20 %. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/drony-v-pole-razrabotka-ucenyh-permskogo-politeha-povyysit-urozajnost-posevov-na-20> (дата обращения: 18.09.2025)

<sup>19</sup> В России разработали дроны, способные до 20 % повышать урожайность. Режим доступа: <https://aovemz.ru/smi/v-rossii-razrabotali-drony-sposobnye-do-20-povyshat-urozhajnost/> (дата обращения: 18.09.2025)

с помощью сельскохозяйственных дронов повышает урожайность сельскохозяйственных культур не менее чем на 20 %, а отсутствие повреждения посевов колесами наземных опрыскивателей добавляет от 5 до 10 % к урожайности. Помимо предотвращения уплотнения почвы и повреждения посевов, на рост урожайности сельскохозяйственных культур будут влиять точность внесения удобрений, своевременная десикация, повышение эффективности распыления за счет оптимального размера капель раствора, однако данных о результатах такого воздействия пока нет, поэтому дальнейшие расчеты эффективности использования сельскохозяйственных дронов следует основывать на минимальном значении, указанном выше, – 20 %.

На основании этих данных представлен расчетный годовой дополнительный доход, который может быть получен с использованием сельскохозяйственных дронов всеми субъектами хозяйствования в сельскохозяйственном производстве в России, за 2024 г. (табл. 3).

Эффективность использования сельскохозяйственных дронов при обработке сельскохозяйственных угодий рассчитывалась как отношение суммы произведений прироста объема сбора урожая (тыс. т) на среднюю рыночную цену урожая (руб./т) и суммы произведений количества дронов, подлежащих приобретению фермерами на среднюю цену сельскохозяйственных дронов (млн руб.):

$$E_d = \frac{\sum_i^n (V_i \cdot P_i)}{\sum_j (V_j \cdot P_j)}, \quad (6)$$

где  $E_d$  – дополнительный доход от использования сельскохозяйственных дронов, млрд руб.,  $V_i$  – прирост объема сбора урожая, тыс. т,  $P_i$  – средняя рыночная

цена урожая, руб./т,  $V_j$  – количество дронов j-го типа, подлежащих приобретению фермерами, шт.,  $P_j$  – средняя цена сельскохозяйственных дронов j-го типа, подлежащих приобретению, млн руб.

Согласно расчетам по вышеприведенной формуле (6), эффективность использования сельскохозяйственных дронов при обработке сельскохозяйственных угодий составит 349 %, что значит, что срок окупаемости инвестиций в такое нововведение минимален. Для фермера инвестиции в размере 1,5 млн руб. и более являются существенными, поэтому государственная поддержка внедрения сельскохозяйственных дронов не будет лишней. Форма такой поддержки может быть разной – низкие ставки по кредитам, лизинг, субсидии и т.д. Затратная часть расчета эффективности внедрения сельскохозяйственных дронов в практику увеличится за счет высокой оплаты труда операторов сельскохозяйственных дронов, оплаты их обучения, а также обслуживания этих инновационных технических средств. В то же время доход может быть увеличен за счет экономии воды, энергии и удобрений, а также дополнительного повышения урожайности, которое не учитывается и не упоминается выше. Наличие таких статистических данных позволит уточнить расчеты эффективности.

## Заключение / Conclusion

Использование сельскохозяйственных БПЛА является важнейшим элементом повышения эффективности сельскохозяйственного производства. В России уже разработаны дроны, способные до 20 % повышать урожайность сельскохозяйственных культур. Устранение уплотнения почвы только с помощью сельскохозяйственных дронов повышает урожайность сельскохозяйственных культур не менее чем

Таблица 3

### Ежегодный дополнительный доход от повышения урожайности за счет использования сельскохозяйственных дронов

Table 3. Annual additional income from increased yields through the use of agricultural drones

Урожай	Объем, тыс. т	Прирост, тыс. т	Средняя цена, руб./т	Дополнительный доход, млн руб.
1	2	3 = 2 · 20 %	4	5 = 3 · 4
Кукуруза	13 953	2 790,6	10 225	285,34
Пшеница	82 588	16 517,6	10 619	1 754,00
Подсолнечник	16 570	3 314,0	38 287	1 268,83
Ячмень	16 670	3 334,0	9 330	311,06
Соя	7 040	1 408,0	36 500	513,92
Рапс	4 660	932,0	33 400	311,29
Горох	3 800	760,0	25 000	190,00
Гречиха	1 208	241,6	35 420	85,57
Просо	324	64,8	13 500	8,75

Примечание: дополнительный доход – 4 728,77 млн руб.

Составлено авторами по материалам источника<sup>20</sup> / Compiled by the authors on the materials of the source<sup>20</sup>

на 20 %, а отсутствие повреждения посевов колесами наземных опрыскивателей добавляет от 5 до 10 % к урожайности.

В растениеводстве открытого грунта основными функциями использования дронов являются картография и распыление удобрений, хотя в аграрной сфере они также применяются для более специфических задач, например, для выпаса крупного рогатого скота, опыления фруктовых деревьев. С каждым годом изучение и внедрение новых производственных и программных технологий позволяет развиваться индустрии использования дронов в аграрной сфере.

В результате исследования установлено, что дроны становятся экономически выгодными, если повышают урожайность культуры более чем на 9 % в течение пяти лет использования этой технологии. Эти расчеты являются примерными, поскольку на реальные показатели влияет значительно большее количество факторов, которые трудно учесть и спрогнозировать заранее. Следует также отметить, что при использовании дронов фермер может уменьшить использование удобрений за счет более точного их внесения. Также при увеличении урожайности за счет эффективности использования дронов доход увеличивается на 1,11 %.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азиева Р.Х.* Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации современных предприятий. *Прогрессивная экономика.* 2023;5:47–63.
- Зубарева Ю.В., Кирилова О.В.* Экономическая эффективность внедрения цифровых технологий в растениеводстве. *Вестник евразийской науки.* 2023;4(15).
- Мороз О.Н., Медведский Д.А.* Концептуально-методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации агропромышленного комплекса России в условиях технологических и институциональных рисков. *Вопросы инновационной экономики.* 2024;1(14):325–344.
- Мусина Д.Р., Габидуллин Р.Ф.* Опыт разработки показателей эффективности цифровой трансформации агропромышленных предприятий. *Дискуссия.* 2023;121:40–50.
- Паштейцкий В.С., Тимиргалеева Р.Р., Вердыш М.В.* Формирование системы индикаторов оценки агропромышленного потенциала региона в направлении его цифровой трансформации. *Аграрный вестник Урала.* 2023;5(234):108–120.
- Пудовкина О.Е., Иваев М.И., Сафронов Е.Г.* Методический инструментарий оценки успешности цифровой трансформации предприятий в условиях транзитивности экономики. *Креативная экономика.* 2023;4(17):1243–1256.
- Kucher L., Kucher A., Morozova H., Pashchenko Y.* Development of circular agricultural economy: potential sources of financing innovative projects. *Agricultural and Resource Economics.* 2022;2(8):206–227.
- Poltavets A., Bahin M.* Increasing the efficiency of using land resources as a factor of agricultural production growth. *Herald of Khmelnytskyi National University Economic Sciences.* 2022;2(2):227–231.
- Ramazanov S., Petrova M.* Development management and forecasting in a green innovative economy based on the integral dynamics model in the conditions of “Industry – 4.0”. *Access to Science, Business, Innovation in Digital Economy.* 2020;1(1):9–30.
- Skorokhod I., Skrypchuk P., Shpak H., Chemerys V., Yakubiv R.* Assessment of efficiency of the organic production development in Western Polissia regions. *Agricultural and Resource Economics.* 2022;4(8):134–150.
- Tigabu Asfaw G.* Effect of soil and water conservation measures in different slope classes on selected soil physicochemical properties at Addis Zemen District, Ethiopia. *Innovations in Agriculture.* 2023;6.

## REFERENCES

- Aziyeva R.H.* Methodological approaches to assessing the effectiveness of digital transformation of modern enterprises. *Progressive economy.* 2023;5:47–63. (In Russian).
- Kucher L., Kucher A., Morozova H., Pashchenko Y.* Development of circular agricultural economy: potential sources of financing innovative projects. *Agricultural and Resource Economics.* 2022;2(8):206–227.
- Moroz O.N., Medvedskiy D.A.* Conceptual and methodological approaches to assessing the effectiveness of digital transformation of the Russian agro-industrial complex in the context of technological and institutional risks. *Issues of innovative economics.* 2024;1(14):325–344. (In Russian).
- Musina D.R., Gabidullin R.F.* Experience in developing performance indicators for the digital transformation of agro-industrial enterprises. *Discussion.* 2023;121:40–50. (In Russian).
- Pashchetsky V.S., Timirgaleeva R.R., Verdysch M.V.* Formation of a system of indicators for assessing the agro-industrial potential of a region in the direction of its digital transformation. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2023;5(234):108–120. (In Russian).
- Poltavets A., Bahin M.* Increasing the efficiency of using land resources as a factor of agricultural production growth. *Herald of Khmelnytskyi National University Economic Sciences.* 2022;2(2):227–231.
- Pudovkina O.E., Ivaev M.I., Safronov E.G.* Methodological tools for assessing the success of digital transformation of enterprises in a transitive economy. *Creative economy.* 2023;4(17):1243–1256. (In Russian).
- Ramazanov S., Petrova M.* Development management and forecasting in a green innovative economy based on the integral dynamics model in the conditions of “Industry – 4.0”. *Access to Science, Business, Innovation in Digital Economy.* 2020;1(1):9–30.
- Skorokhod I., Skrypchuk P., Shpak H., Chemerys V., Yakubiv R.* Assessment of efficiency of the organic production development in Western Polissia regions. *Agricultural and Resource Economics.* 2022;4(8):134–150.
- Tigabu Asfaw G.* Effect of soil and water conservation measures in different slope classes on selected soil physicochemical properties at Addis Zemen District, Ethiopia. *Innovations in Agriculture.* 2023;6.
- Zubareva Yu.V., Kirilova O.V.* Economic efficiency of the introduction of digital technologies in crop production. *Bulletin of Eurasian Science.* 2023;4(15). (In Russian).