

Значимые факторы развития рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов в новых реалиях

Н. Ю. Зубарев¹, А. А. Урасова^{2✉}, Л. В. Глезман², С. С. Федосеева², Ю. Н. Зубарев³

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

² Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермский филиал, Пермь, Россия

³ Пермский государственный аграрнотехнологический университет имени академика

Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

✉ E-mail: urasova.aa@uiec.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию развития рынка беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) в сельском хозяйстве регионов Российской Федерации в новых реалиях. **Цель** – провести анализ развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в Российской Федерации и определить ближайшие перспективы его развития в условиях новой реальности. **Задачи:** изучить факторы внешней и внутренней среды, оказывающие влияние на развитие рынка сельскохозяйственных БПЛА; определить стадии развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в РФ; выявить ключевые характеристики рынка сельскохозяйственных БПЛА для определения перспектив дальнейшего развития рынка БПЛА в РФ. **Методы:** систематизация, интеграция и аналитическая обработка данных, метод экспертных оценок, факторный анализ. **Научная новизна.** На основании обобщения теоретических положений и развития методического инструментария предложен авторский подход к оценке состояния рынка сельскохозяйственных БПЛА в РФ и определению перспектив его развития. **Результаты.** На основе анализа факторов внешней и внутренней среды произведена диагностика стадии развития российского рынка (отрасли) в разрезе ключевых критериев периодизации, определены стадии развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в Российской Федерации. Выявленная асимметрия в стадийности развития рынка определяет большинство характеристик рынка, отличающих его от мирового и представляющего яркий пример олигополии. На фоне изменений условий внешней среды сделан вывод о том, что рынок сельскохозяйственных БПЛА в ближайшей перспективе в своем развитии будет стремиться к преодолению стадийного дисбаланса и приобретения более сбалансированных пропорций.

Ключевые слова: рынок, беспилотные летательные аппараты, сельское хозяйство, развитие, технология, цифровые технологии, точное земледелие, регион, внешние и внутренние факторы, PEST-анализ.

Для цитирования: Зубарев Н. Ю., Урасова А. А., Глезман Л. В., Федосеева С. С., Зубарев Ю. Н. Значимые факторы развития рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов в новых реалиях // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 01. С. 139–150. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-139-150.

Дата поступления статьи: 06.07.2023, **дата рецензирования:** 25.07.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Significant factors in the development of the agricultural unmanned aerial vehicles market in new realities

N. Yu. Zubarev¹, A. A. Urasova^{2✉}, L. V. Glezman², S. S. Fedoseeva², Yu. N. Zubarev³

¹ Perm State University, Perm, Russia

² Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm branch, Perm, Russia

³ Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

✉ E-mail: urasova.aa@uiec.ru

Abstract. The article studies the development of the unmanned aerial vehicle (UAV) market in agriculture in the regions of the Russian Federation in the new realities. **The purpose** is to analyse the development of the agricultural unmanned aerial vehicle market in the Russian Federation and to identify the immediate prospects for its development in the new reality. **Objectives:** to study the external and internal environmental factors influencing the development of the agricultural UAV market; to identify the stages of development of the agricultural UAV market in the Russian Federation; to identify the key characteristics of the agricultural UAV market in order to determine the prospects for further development of the agricultural UAV market in the Russian Federation. **Methods:** systematisation, integration and analytical processing of data, method of expert evaluation, factor analysis. **Scientific novelty.** On the basis of the generalization of theoretical provisions and the development of methodological tools, the author proposed an approach to assessing the state of the agricultural UAV market in the Russian Federation and identifying the prospects for its development. **Results.** Based on the analysis of external and internal environment factors, a diagnosis of the stage of development of the Russian market (industry) in the context of the key criteria of periodization was made, the stages of development of the agricultural UAV market in the Russian Federation were determined. The identified asymmetry in the stage of market development determines most of the market characteristics that distinguish it from the global market and represent a vivid example of oligopoly. Against the background of changes in the external environment, it is concluded that the agricultural unmanned aerial vehicle market in the near future in its development will strive to overcome the stage imbalance and acquire more balanced proportions.

Keywords: market, unmanned aerial vehicles, agriculture, development, technologisation, digital technology, precision farming, region, external and internal factors, PEST analysis.

For citation: Zubarev N. Yu., Urasova A. A., Glezman L. V., Fedoseeva S. S., Zubarev N. Yu. Znachimye faktory razvitiya rynka sel'skokhozyaystvennykh bespilotnykh letatel'nykh apparatov v novykh realiyakh [Significant factors in the development of the agricultural unmanned aerial vehicles market in new realities] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2024. Vol. 24, No. 01. Pp. 139–150. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-139-150. (In Russian.)

Date of paper submission: 06.07.2023, **date of review:** 25.07.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

По оценкам различных аналитических компаний, рынок беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) для сельского хозяйства в ближайшие годы ждет рост:

- Markets and Markets – 35 % рост до 2024 года;
- PricewaterhouseCoopers – рынок будет насчитывать 32,4 млрд долларов;
- Goldman Sachs – сегмент сельского хозяйства на рынке дронов станет самым крупным в следующие 5 лет;
- Минсельхоз России – цифровизация позволит сельскохозяйственным предприятиям уже к 2024 году в 2 раза увеличить производительность. Ожидается, что мировая экономическая эффективность дронов в фермерском хозяйстве и аграрном секторе к 2025 году составит порядка 82 млрд долларов;
- Global Market Insights – к 2024 году рынок агробеспилотников составит более 1 млрд долларов;
- Международная ассоциация беспилотных систем – 90 % дронов в мире будут работать только на две отрасли: сельское хозяйство и безопасность, причем агросектор будет закупать в 10 раз больше дронов и станет самой большой сферой их применения.

Подобные прогнозы основываются на популярности использования беспилотников в области сельского хозяйства. БПЛА, оборудованный датчиками и видеокамерой, может быть крайне полезен

для аграрных компаний и фермеров: устройство способно быстро собирать аналитические данные о почве, посевах и оборудовании, сопоставлять состояние полей, отслеживать вредителей, сеять удобрения и многое другое. Также при помощи БПЛА можно наблюдать за угодьями в режиме реального времени. Используя беспилотники, фермеры и аграрии экономят время, повышают урожайность и находят самые эффективные решения по обработке полей.

Продолжающаяся цифровая трансформация и технологизация социально-экономических и общественных процессов свидетельствует о том, что дальнейшее развитие технологий на основе БПЛА в различных отраслях экономики – объективная неизбежность. Соответственно, рынок БПЛА в сельском хозяйстве должен ожидать рост. Однако мнения ученых-исследователей на этот счет несколько разнятся.

Обзор научной литературы показал, что вектор современных исследований направлен на изучение перспектив развития сельского хозяйства, которые открывают возможности внедрения инновационных технологий и реализации процессов цифровизации для субъектов хозяйственной деятельности в отраслях сельского хозяйства. Ученые отмечают необходимость стремления к «умному» сельскому хозяйству [1, с. 11] с помощью разработки и внедрения цифровых технологий, например точно-

го земледелия. Так, в коллективной монографии О. А. Кривошина, А. Б. Тлисов и И. А. Митрофанова раскрывают теоретико-методические аспекты, предпосылки и ключевые особенности развития инновационной деятельности в агропромышленном комплексе [2, с. 8]. И. В. Ивойлова отмечает, что применение цифровых технологий и инновационных решений в отечественном агропромышленном комплексе позволит повысить производство высококачественной сельскохозяйственной продукции [3, с. 61].

Популярным трендом в цифровом сельском хозяйстве является применение прорывных информационных технологий, таких как обмен и управление данными на основе интернета вещей, различные компьютерные программы и приложения, облачные платформы [5, с. 42]. Одной из наиболее перспективных технологий повышения эффективности сельскохозяйственного производства является применение БПЛА для мониторинга сельхозугодий [6, с. 178], которая трансформирует традиционные методы ведения сельского хозяйства в новую эру точного земледелия [7].

В то же время анализ текущего уровня технологий и показателей цифровой трансформации сельского хозяйства РФ, проведенный в работе В. Д. Добровлянина и Е. А. Антинескул, выявил несовершенство законодательного регулирования процессов цифровизации сельскохозяйственной отрасли, что существенно снижает темпы реализации цифровых трансформаций, и увеличивает уровень дифференциации цифрового развития регионов, на основе чего авторами определены перспективы дальнейшего развития сельскохозяйственной отрасли [4, с. 12–14].

Широкие перспективы применения БПЛА в сельском хозяйстве обуславливают пристальное внимание ученых к изучению российского и зарубежного рынка БПЛА, которые в своих исследованиях рассматривают широкий спектр вопросов: проводят анализ [8, с. 435] и прогнозируют развитие рынка БПЛА, рассматривают крупных производителей БПЛА российского и мирового масштаба [9, с. 67–70], оценивают объем российского рынка и отраслевую структуру экономики, в которой используются БПЛА, раскрывают условия необходимые для устойчивого развития российского рынка [10, с. 2522]. А. В. Шевченко и А. Н. Мигачева проводят обзор мирового рынка БПЛА сельскохозяйственного назначения и обосновывают актуальность внедрения таких инновационных технологий в сельское хозяйство [11, с. 191]. При этом отдельные исследователи отмечают, что развитие рынка БПЛА в России невозможно без соответствующего нормативно-правового регулирования процесса разработки и использования цифровых технологий БПЛА в сельском хозяйстве [12, с. 58; 13, с. 63].

В современных научных исследованиях изучение возможностей применения БПЛА в сельском хозяйстве как одного из направлений точного земледелия приобретает особую актуальность [14, с. 47]: ученые рассматривают разнообразие видов БПЛА [15, с. 82], возможности их применения для оценки сельскохозяйственных угодий [16, с. 76; 17, с. 40], отличительные конструктивные особенности [18, с. 39], а также перспективы использования БПЛА для обследования состояния земель сельхозназначения [19, с. 20; 20, с. 167]. Внедрение БПЛА как инновационной технологии современного сельского хозяйства является нарастающей тенденцией в точном земледелии [21, с. 41].

В научных публикациях представлен обзор различных технологий обработки сельскохозяйственных культур с помощью БПЛА, можно выделить инновационный дифференциальный метод применения БПЛА по внесению удобрений и других химикатов [22, с. 9; 23, с. 40], средств защиты растений, оказывающих влияние на вегетацию и урожайность сельскохозяйственных растений [24, с. 151]. Также ученые предлагают использовать БПЛА на труднодоступных земельных участках для дистанционного исследования полей на мелиорированных землях, построения картограмм землепользования, точечного применения химических средств защиты растений и др. [25, с. 23].

Зарубежные авторы исследуют текущее состояние и перспективные тенденции применения БПЛА для обнаружения сорняков на полях сельскохозяйственного назначения [26; 27], а также отмечают, что применение БПЛА может служить инструментом сохранения биоразнообразия в сельском хозяйстве: например, с их помощью возможно оценить биомассу, следить за здоровьем растений, обнаружить заражение вредителями или патогенами, контролировать плодородие почвы и выявлять участки с сорняками, что позволит повысить точность земледелия и снизить потребление агрохимикатов [28].

В своем исследовании Н. Ю. Курченко и З. Х. Нагучев проводят анализ применения БПЛА для оценки ущерба в сельском хозяйстве, вызванного природными факторами, и предлагают разработку методик и программных продуктов для решения данной проблемы [29, с. 63]. В. В. Митрашук и М. П. Баранов предлагают математическую модель процесса полета БПЛА универсальной конструкции, позволяющую прогнозировать характер движения и определить режим управления в зависимости от эксплуатационных условий, а также выполняемых функций и задач сельского хозяйства [30, с. 333].

В целом можно отметить довольно широкий спектр тематик научных исследований возможностей БПЛА в сельском хозяйстве, однако, подавляющее большинство из них носит практический

характер, тогда как теоретическое и методологическое обоснование применения технологий БПЛА в сельском хозяйстве существенно отстает.

Методология и методы исследования (Methods)

Информационную основу исследования составили размещенные в сети Интернет и других доступных источниках результаты исследований российских и зарубежных ученых в области цифровизации агропромышленного комплекса и внедрений инновационных технологий в сельском хозяйстве, в частности работы, посвященные обзору и анализу возможностей и перспектив применения БПЛА в сельскохозяйственной деятельности. Методологическая основа исследования представлена факторным анализом, позволяющим на основе систематизации и оценки факторного воздействия выявить и провести анализ причинно-следственных связей стадийности развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в России.

Результаты (Results)

Исходя из общего анализа рыночных условий представляется целесообразным провести PEST-анализ, который позволит систематизировать ключевые факторы с позиции сфер общественной жизни (политические, экономические, социальные, технологические и пр.)

На основе экспертных оценок определим, как сильно может воздействовать каждый фактор, по трехбалльной шкале: 1 – почти никак не повлияет; 2 – на бизнесе скажется только сильное потрясение; 3 – любое самое маленькое изменение сильно отразится на организации. Оценим вероятность того, что фактор изменится. Факторы оцениваются по системе от 1 до 5, где: 1 – ситуация не изменится; 2 – возможны изменения; 3 – ситуация изменится, но незначительно; 4 – все ощутимо изменится; 5 – ситуация очень сильно поменяется.

Рассчитаем реальную значимость каждого отдельного фактора (таблица 1) по формуле:

$$\text{Влияние фактора} / \text{итоговая сумма влияний} * \text{вероятность изменения.}$$

Среди значимых внешних факторов можно выделить:

- политические факторы: ограничение импорта и экспорта, политические санкции, а также активная поддержка отечественных компаний-производителей;

Таблица 1
Результаты анализа внешних факторов с использованием PEST-анализа

Описание фактора	Влияние фактора	Вероятность изменения фактора	Оценка фактора
Политические факторы			
Политические санкции	2,0	5,0	0,20
Ограничение импорта и экспорта	3,0	4,0	0,24
Законы, ограничивающие деятельность компании	3,0	3,0	0,18
Увеличение налогообложения	3,0	2,0	0,12
Активная поддержка отечественных компаний-производителей	2,0	5,0	0,20
Свобода информации о рынке и упоминание в СМИ	1,0	2,0	0,04
Экономические факторы			
Изменение курса валют	3,0	5,0	0,31
Инфляция и безработица	1,0	1,0	0,02
Снижение денежных доходов и платежеспособности заказчиков	3,0	2,0	0,12
Изменение спроса	3,0	3,0	0,18
Наличие финансовой поддержки	2,0	4,0	0,16
Социальные факторы			
Среднедушевые доходы населения	2,0	3,0	0,12
Покупка отечественных товаров взамен импортных	2,0	5,0	0,20
Уровень качества продукции	3,0	5,0	0,31
Рост контроля над удаленными объектами	2,0	4,0	0,16
Недостаточное развитие подготовки кадров	1,0	3,0	0,06
Технологические факторы			
Развитие информационных технологий	3,0	4,0	0,24
Появление на рынке нового высокотехнологичного оборудования	3,0	4,0	0,24
Развитие интернет-технологий	2,0	5,0	0,20
Внедрение инновационных технологий	2,0	5,0	0,20
Рост спроса на использование продукции	3,0	5,0	0,31
ИТОГО	49,0		

Источник: разработано и составлено авторами.

Table 1

Results of external factor analysis using PEST analysis

Description of the factor	Influence of the factor	Probability of changing the factor	Factor assessment
Political factors			
Political sanctions	2.0	5.0	0.20
Limiting imports and exports	3.0	4.0	0.24
Laws restricting company activities	3.0	3.0	0.18
Increase in taxation	3.0	2.0	0.12
Active support for domestic manufacturing companies	2.0	5.0	0.20
Freedom of information about the market and media coverage	1.0	2.0	0.04
Economic factors			
Change in exchange rates	3.0	5.0	0.31
Inflation and unemployment	1.0	1.0	0.02
Reduced cash income and the solvency of customers	3.0	2.0	0.12
Change in demand	3.0	3.0	0.18
Availability of financial support	2.0	4.0	0.16
Social factors			
Average per capita income of the population	2.0	3.0	0.12
Purchase of domestic goods to replace imported goods	2.0	5.0	0.20
Level of product quality	3.0	5.0	0.31
Increased control of remote sites	2.0	4.0	0.16
Insufficient training development	1.0	3.0	0.06
Technological factors			
Development of information technology	3.0	4.0	0.24
New high-tech equipment on the market	3.0	4.0	0.24
Development of internet technology	2.0	5.0	0.20
Introducing innovative technologies	2.0	5.0	0.20
Increased demand for the use of products	3.0	5.0	0.31
TOTAL	49.0		

Source: designed and compiled by the authors.

– экономические факторы: изменение курса валют и изменение спроса;

– социальные факторы: уровень качества продукции и покупка отечественных товаров взамен импортных;

– технологические факторы: появление на рынке новых материалов и технологий, а также растущий спрос на использование БПЛА (рис. 1).

На основании выявленных факторов сформируем матрицу PEST-анализа, в которую включим наиболее значимые факторы (таблица 2).

Исходя из анализа факторов внешней среды определим стадии развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в РФ по критериям периодизации:

- 1) по отношению к внешней среде;
- 2) в зависимости от модели поведения на рынке;
- 3) в зависимости от спроса и предложения;
- 4) от уровня конкуренции;
- 5) в зависимости от выбора оптимальной стратегии (рис. 2).

В соответствии с наиболее содержательными критериями диагностики стадии развития рынка сельскохозяйственных БПЛА, получены выводы:

– первая стадия развития рынка в контексте отношения с внешней средой: стадия формирующейся среды, «молодой» рынок;

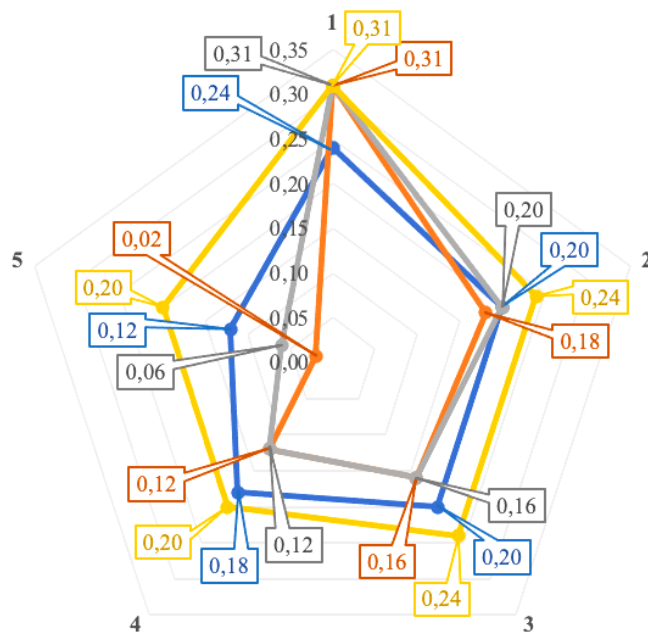
– вторая стадия развития рынка в соответствии с существующими моделями поведения на рынке: стадия роста, изменения, усложнения структур, формирующихся «правил игры»;

– четвертая стадия развития рынка в соответствии со сложившимся соотношением спроса и предложения: стадия превышения предложения над спросом;

– вторая стадия развития рынка в соответствии со сложившимися условиями конкуренции: на рынке представлен спектр конкурентов, цели и приоритеты, которых не сформированы;

– первая стадия развития рынка в соответствии с существующими стратегическими установками игроков: большинство игроков находятся на этапе поиска целей, формирования предложения.

В условиях формирующихся моделей поведения игроков на рынке, определения их стратегий развития, на фоне изменений условий внешней среды рынок будет стремиться к преодолению стадийного дисбаланса и приобретению более сбалансированных пропорций.



— Политические факторы

1. Ограничение импорта и экспорта
2. Политические санкции
3. Активная поддержка отечественных компаний-производителей
4. Законы, ограничивающие деятельность компании
5. Увеличение налогообложения

— Экономические факторы

1. Изменение курса валют
2. Изменение спроса
3. Наличие финансовой поддержки
4. Снижение денежных доходов и платежеспособности заказчиков
5. Инфляция и безработица

— Социальные факторы

1. Уровень качества продукции
2. Покупка отечественных товаров взамен импортных
3. Рост контроля над удаленными объектами
4. Среднедушевые доходы населения
5. Недостаточное развитие подготовки кадров

— Технологические факторы

1. Рост спроса на использование продукции
2. Развитие информационных технологий
3. Появление на рынке нового высокотехнологичного оборудования
4. Развитие интернет-технологий
5. Внедрение инновационных технологий

— Political factors

1. Limiting imports and exports
2. Political sanctions
3. Active support for domestic manufacturing companies
4. Laws restricting company activities
5. Increase in taxation

— Economic factors

1. Changes in exchange rates
2. Change in demand
3. Availability of financial support
4. Reduced cash income and the solvency of customers
5. Inflation and unemployment

— Social factors

1. Level of product quality
2. Purchase of domestic goods to replace imported goods
3. Increased control of remote sites
4. Average per capita income of the population
5. Insufficient training development

— Technological factors

1. Increased demand for the use of products
2. Development of information technology
3. New high-tech equipment on the market
4. Development of internet technology
5. Introducing innovative technologies

Рис. 1. Оценка факторов развития рынка сельскохозяйственных БПЛА
Источник: составлено авторами

Fig. 1. Assessment of market development factors for agricultural UAVs
Source: compiled by the authors.

Асимметрия в стадильности развития рынка определяет ключевые характеристики рынка:

- несовершенная конкуренция с низкой конкуренцией среди покупателей и более активной конкуренцией между продавцами;
- ограниченное количество потребителей;
- чувствительность продавцов к политике ценообразования друг друга;
- чувствительность продавцов к стратегиям и стратегическим приоритетам друг друга.

Общемировые тенденции свидетельствуют, что доля рынка БПЛА гражданского назначения составляет порядка 47 % мирового рынка, из них коммерческие БПЛА – 24 %, потребительские – 23 %. Эксперты говорят о стабильном росте на рынке доли коммерческих БПЛА. По прогнозам ожидается дальнейший рост доли потребительских БПЛА. При этом объем сельскохозяйственного рынка с использованием БПЛА составляет порядка 10 % от потенциальной потребности.

Матрица PEST-анализа развития рынка сельскохозяйственных БПЛА

Наиболее значимые факторы внешней среды	Действия по регулированию
Политические факторы	
Ограничение импорта и экспорта	Поиск посредников в странах-партнерах и российских производителей
Политические санкции	Поиск качественных производителей в странах-партнерах и в России
Экономические факторы	
Изменение курса валют	Использование инструментов страхования рисков (хеджирование)
Изменение спроса	Развитие новых направлений, развитие партнерств с производителями сопутствующей продукции
Социальные факторы	
Уровень качества продукции	Организация постоянных встреч с поставщиками материалов
Покупка отечественных товаров взамен импортных	Использование преимуществ в качестве для построения сильного бренда компании; поиск новых путей улучшения сервиса
Технологические факторы	
Рост спроса на использование продукции	Участие в выставках и конференциях
Развитие информационных технологий	Поддержание высоких инвестиций в НИОКР
Новое высокотехнологичное оборудование	Постоянный мониторинг технологических новинок

Источник: разработано и составлено авторами.

Table 2
PEST analysis matrix for agricultural UAV market development

<i>The most significant environmental factors</i>	<i>Actions to regulate</i>
Political factors	
<i>Limiting imports and exports</i>	<i>Search for intermediaries in partner countries and Russian producers</i>
<i>Political sanctions</i>	<i>Search for quality producers in partner countries and Russia</i>
Economic factors	
<i>Change in exchange rates</i>	<i>Use of risk insurance instruments (hedging)</i>
<i>Change in demand</i>	<i>Development of new areas, developing partnerships with related product manufacturers</i>
Social factors	
<i>Level of product quality</i>	<i>Organizing regular meetings with material suppliers</i>
<i>Purchase of domestic goods to replace imported goods</i>	<i>Leveraging quality advantages to build a strong company brand; finding new ways to improve service</i>
Technological factors	
<i>Increased demand for the use of products</i>	<i>Participation in exhibitions and conferences</i>
<i>Development of information technology</i>	<i>Maintaining high investment in research and development</i>
<i>New high-tech equipment</i>	<i>Constant monitoring of technological innovations</i>

Source: designed and compiled by the authors.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Очевидный факт, что рынок БПЛА имеет высокий темп роста и не наблюдается никаких предпосылок, что в ближайшей перспективе наблюдаемый темп роста замедлится. Очевидно также, что российское производство БПЛА будет расти в ближайшие годы – сегодня на рынке представлен ряд конкурентных компаний, которые занимаются разработкой новых моделей, модернизацией существующих и разработкой насадок для уже известных, в том числе в рамках программ технопарка

«Сколково», получая гранты на создание опытных образцов.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы в части развития рынка сельскохозяйственных БПЛА:

1) рынок сельскохозяйственных БПЛА в России находится на начальной стадии развития и формирования пула ключевых игроков, при этом их стратегические позиции на рынке и общие правила игры на настоящем этапе в полной мере не сформулированы и не определены;



Рис. 2. Стадии развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в соответствии с основными критериями периодизации

Источник: составлено авторами

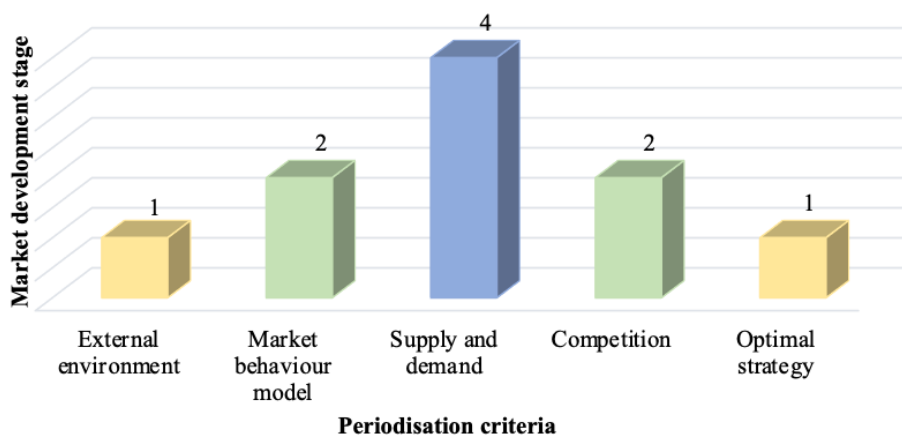


Fig. 2. Stages of development of the agricultural UAV market according to the main criteria of the periodization

Source: compiled by the authors

2) пандемия Covid-19 и введенные в связи с ней ограничения в хозяйственной деятельности и общественной жизни страны повлекли спад всей мировой экономики, в том числе и сельского хозяйства РФ, что негативным образом сказалось на развитии рынка БПЛА;

3) санкционное давление ряда недружественных стран обусловило множество ограничений вплоть до полного прекращения поставок оборудования и комплектующих и ухода компаний с российского рынка БПЛА (например, DJI Technology).

Самая большая проблема, сдерживающая развитие рынка сельскохозяйственных БПЛА, связана с несовершенством правового регулирования использования БПЛА в РФ. Ее решение позволит устранить множество других барьеров как для пользователей, так и для производителей, после чего рынок БПЛА сделает шаг вперед, поскольку

технология развита достаточно хорошо, чтобы тиражироваться [31].

В качестве рекомендации по результатам проведенного исследования отметим, что для ускорения развития рынка БПЛА и услуг на основе их применения целесообразным представляется разработка и внедрение специальной цифровой платформы – витрины услуг и сервисов компаний, организаций и индивидуальных предпринимателей в сфере использования БПЛА в сельском хозяйстве, что позволило бы компаниям презентовать себя и свои услуги в сети потребителям, в лице сельхозтоваропроизводителей, последним оперативно находить необходимый сервис или услугу, а заинтересованным лицам и компаниями идентифицировать каждый хозяйствующий субъект рынка.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН.

Библиографический список

1. Якушев В. П. Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета «Умное сельское хозяйство» России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 2. С. 11–15. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/11-15.

2. Кривошина О. А., Глисов А. Б., Митрофанова И. А. Организационные основы инноваций в инфраструктуре АПК. Москва, Берлин: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2017. 132 с.
3. Ивойлова И. В. Инновации в сельском хозяйстве: цифровизация // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 2 (84). С. 58–62. DOI: 10.24412/2411-0450-2022-284-58-62.
4. Добровлянин В. Д., Антинескул Е. А. Цифровизация сельского хозяйства: текущий уровень цифровизации в Российской Федерации и перспективы дальнейшего развития // Цифровые модели и решения. 2022. Т. 1. № 2. DOI: 10.29141/2782-4934-2022-1-2-5.
5. Булгаков А. Л., Коптилина Д. М., Пасека Д. С. Экономические аспекты IT-технологии в сельском хозяйстве на примере «беспилотников» // АПК: Экономика, управление. 2019. № 4. С. 41–48. DOI: 10.33305/194-41.
6. Шайтура С. В., Князева М. Д., Белю Л. П., Барбасов В. К., Феоктистова В. М. Цифровая трансформация сельского хозяйства на основе беспилотных летательных аппаратов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 7. С. 174–182.
7. Boursianis A. D., Papadopoulou M. S., Diamantoulakis P., Liopa-Tsakalidi A., Barouchas P., Salahas G., Karagiannidis G., Wan S., Goudos S. K. Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review // Internet of Things. 2022. Vol. 18. Article number 100187. DOI: 10.1016/j.iot.2020.100187.
8. Романова Н. В. Характеристика рынка беспилотных летательных аппаратов: запрос и сферы применения // Самоуправление. 2020. № 4 (121). С. 434–437.
9. Костин А. С., Богатов Н. В. Вопросы современного развития рынка беспилотных летательных аппаратов // Системный анализ и логистика. 2019. № 4 (22). С. 65–72.
10. Фаттахов М. Р., Киреев А. В., Клещ В. С. Рынок беспилотных авиационных систем в России: состояние и особенности функционирования в макроэкономических условиях 2022 года // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 4. С. 2507–2528. DOI: 10.18334/vines.12.4.116912.
11. Шевченко А. В., Мигачев А. Н. Обзор состояния мирового рынка беспилотных летательных аппаратов и их применения в сельском хозяйстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. Т. 7. № 3. С. 183–195. DOI: 10.31776/RTSJ.7303.
12. Хомяков Д. М. Правовые аспекты использования новых цифровых технологий с беспилотными летательными аппаратами в сельском хозяйстве // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2019. № 9. С. 57–63.
13. Эйриян Г. Н. Беспилотники: взгляд с позиций земельного законодательства // Lex russica. 2020. Т. 73. № 10. С. 63–72. DOI: 10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072.
14. Зубарев Ю. Н., Фомин Д. С., Чащин А. Н., Заболотнова М. В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. 2019. № 2. С. 47–51. DOI: 10.7242/2658-705X/2019.2.5.
15. Хабарина Д. С., Тишанинов И. А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа в сельском хозяйстве // Наука без границ. 2021. № 4 (56). С. 78–83.
16. Башилов А. М., Королев В. А. Автономные беспилотные летательные аппараты в точных системах агропроизводства // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 3 (43). С. 76–82.
17. Куликова Е. Г., Манапова Д. И. Изучение возможностей использования беспилотного летательного аппарата в сельском хозяйстве // Сурский вестник. 2022. № 3 (19). С. 34–42. DOI: 10.36461/2619-1202_2022_03_006.
18. Салаев Б. К., Серегин А. А., Эвиев В. А., Мучаев А. Б., Глечикова Н. А., Юдаев И. В. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки Дона. 2022. Т. 15. № 4 (60). С. 29–44. DOI: 10.55618/20756704_2022_15_4_29-44.
19. Садов А. А., Гладков А. В., Байвердиев А. А., Шорохов П. Н. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2019. № 3 (3). С. 19–24.
20. Васильченко А. В. Инновации и цифровизация в защите растений // Плодоводство и виноградарство юга России. 2020. № 61 (1). С. 161–172. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-161-172.
21. Курченко Н. Ю. Технология применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // British Journal of Innovation in Science and Technology. 2018. Т. 3. № 3. С. 37–42. DOI: 10.22406/bjst-18-3.3-37-42.
22. Кудрявцев Д. В., Магдин А. Г., Припадчев А. Д., Горбунов А. А. Применение сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата для обработки сельскохозяйственных культур // Интеллектуальные системы в производстве. 2021. Т. 19. № 3. С. 4–11. DOI: 10.22213/2410-9304-2021-3-4-11.
23. Марченко Л. А., Аргюшин А. А., Смирнов И. Г., Мочкова Т. В., Спиридонов А. Ю., Курбанов Р. К. Технология внесения пестицидов и удобрений беспилотным летательным аппаратами в цифровом сельском

хозяйстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 5. С. 38–45. DOI: 10.22314/2073-7599-2019-13-5-38-45.

24. Труфляк Е. В., Назаренко Л. В., Даду М. М. Ю., Кулак А. А., Труфляк И. С. Использование беспилотной технологии внесения удобрений, гербицидной, инсектицидной и фунгицидной обработок при возделывании озимого ячменя // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 185. С. 139–156. DOI: 10.21515/1990-4665-185-010.

25. Шевченко В. А., Максименко В. П., Губин В. К., Матвеев А. В. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 2. С. 23–26.

26. Mohidem N. A., Che'Ya N. N., Juraimi A. S., Fazlil Ilahi W. F., Mohd Roslim M. H., Sulaiman N., Saberioon M., Mohd Noor N. How Can Unmanned Aerial Vehicles Be Used for Detecting Weeds in Agricultural Fields? // Agriculture. 2021. № 11 (10). Article number 1004. DOI: 10.3390/agriculture11101004.

27. Nagothu S. K., Anitha G., Siranthini B., Anandi V., Prasad P. S. Weed detection in agriculture crop using unmanned aerial vehicle and machine learning // Materialstoday: proceedings. 2023. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.350.

28. Librán-Embid F., Klaus F., Tschardt T., Grass I. Unmanned aerial vehicles for biodiversity-friendly agricultural landscapes – A systematic review // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 732. Article number 139204. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139204.

29. Курченко Н. Ю., Нагучев З. Х. Использование беспилотных летательных аппаратов в оценке ущерба сельскому хозяйству // Научные горизонты. 2021. № 9 (49). С. 60–63.

30. Митрашук В. В., Баранова М. П. Конструкция беспилотного летательного аппарата для применения в сельском хозяйстве // АПК России. 2020. Т. 27. № 2. С. 333–338.

31. БПЛА: Дайджест по робототехнике [Электронный ресурс]. URL: <https://robotics.innopolis.university/wp-content/uploads/2021/02/Digest-Robotics2.pdf> (дата обращения: 16.05.2023).

Об авторах:

Николай Юрьевич Зубарев¹, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, ORCID 0000-0002-9021-4058, AuthorID 670224; +7 965 556-47-44, nu_zubarev@mail.ru

Анна Александровна Урасова², доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, директор, ORCID 0000-0002-0598-5051, AuthorID 773894; +7 952 316-84-71, urasova.aa@uiec.ru

Людмила Васильевна Глезман², кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-9812-3356, AuthorID 298047, +7 982 465-45-50, glezman.lv@uiec.ru

Светлана Сергеевна Федосеева³, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-3721-315X, AuthorID 518612; +7 951 956-77-73, fedoseeva.ss@uiec.ru

Юрий Николаевич Зубарев³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агробиотехнологий, главный научный сотрудник сектора организации и сопровождения НИР Управления научной и инновационной деятельности, ORCID 0000-0002-6049-3244, AuthorID 522714; +7 952 644-59-52, yn-zubarev@mail.ru

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

² Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермский филиал, Пермь, Россия

³ Пермский государственный аграрнотехнологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

References

1. Yakushev V. P. Tsifrovye tekhnologii tochnogo zemledeliya v realizatsii prioriteta “Umnoe sel’skoe khozyaystvo” Rossii [Digital technologies of precision farming in implementation of smart farming priority of Russian] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2019. No. 2. Pp. 11–15. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/11-15. (In Russian.)

2. Krioshina O. A., TlisoV A. B., Mitrofanova I. A. Organizatsionnye osnovy innovatsiy v infrastrukture APK [Organisational framework for innovation in agribusiness infrastructure]. Moscow, Berlin: ООО “Direktmedia Publishing”, 2017. 132 p. (In Russian.)

3. Ivoylova I. V. Innovatsii v sel’skom khozyaystve: tsifrovizatsiya [Innovations in agriculture: digitalization] // Economy and business: theory and practice. 2022. No. 2 (84). Pp. 58–62. DOI: 10.24412/2411-0450-2022-284-58-62. (In Russian.)

4. Dobrovlyanin V. D., Antineskul E. A. Tsifrovizatsiya sel’skogo khozyaystva: tekushchiy uroven’ tsifrovizatsii v Rossiyskoy Federatsii i perspektivy dal’neyshego razvitiya [Digitalization is developing: the level of digitalization in Russia and the prospects for sustainable development] // Digital models and solutions. 2022. Vol. 1. No. 2. DOI: 10.29141/2782-4934-2022-1-2-5. (In Russian.)

5. Bulgakov A. L., Koptilina D. M., Paseka D. S. Ekonomicheskie aspekty IT-tehnologii v sel'skom khozyaystve na primere "bespilotnikov" [Economic aspects of IT technology in agriculture on the example of UAVS] // AIC: economy, management. 2019. No. 4. Pp. 41–48. DOI: 10.33305/194-41. (In Russian.)
6. Shaytura S. V., Knyazeva M. D., Belyu L. P., Barbasov V. K., Feoktistova V. M. Tsifrovaya transformatsiya sel'skogo khozyaystva na osnove bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Digital transformation of agriculture based on unmanned aircraft] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2021. No. 7. Pp. 174–182. (In Russian.)
7. Boursianis A. D., Papadopoulou M. S., Diamantoulakis P., Liopa-Tsakalidi A., Barouchas P., Salahas G., Karagiannidis G., Wan S., Goudos S. K. Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review // Internet of Things. 2022. Vol. 18. Article number 100187. DOI: 10.1016/j.iot.2020.100187.
8. Romanova N. V. Kharakteristika rynka bespilotnykh letatel'nykh apparatov: zapros i sfery primeneniya [Characteristics of the unmanned aerial vehicle market: request and application areas] // Samoupravlenie. 2020. No. 4 (121). Pp. 434–437. (In Russian.)
9. Kostin A. S., Bogatov N. V. Voprosy sovremennogo razvitiya rynka bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Questions of modern development of the drons aircraft market] // Sistemy analiz i logistika. 2019. No. 4 (22). Pp. 65–72. (In Russian.)
10. Fattakhov M. R., Kireev A. V., Kleshch V. S. Rynok bespilotnykh aviatsionnykh sistem v Rossii: sostoyanie i osobennosti funktsionirovaniya v makroekonomicheskikh usloviyakh 2022 goda [The market of unmanned aircraft systems in Russia: status and characteristics of functioning in the macroeconomic environment of 2022] // Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. 2022. Vol. 12. No. 4. Pp. 2507–2528. DOI: 10.18334/vinec.12.4.116912. (In Russian.)
11. Shevchenko A. V., Migachev A. N. Obzor sostoyaniya mirovogo rynka bespilotnykh letatel'nykh apparatov i ikh primeneniya v sel'skom khozyaystve [Review of the state of the world market of drons and their application for agriculture] // Robotics and Technical Cybernetics. 2019. Vol. 7. No. 3. Pp. 183–195. DOI: 10.31776/RTCJ.7303. (In Russian.)
12. Khomyakov D. M. Pravovye aspekty ispol'zovaniya novykh tsifrovyykh tekhnologiy s bespilotnymi letatel'nymi apparatami v sel'skom khozyaystve [Legal aspects of the use of new digital technologies with drones in agriculture] // Agricultural machinery: maintenance and repair. 2019. No. 9. Pp. 57–63. (In Russian.)
13. Eyriyan G. N. Bespilotniki: vzglyad s pozitsiy zemel'nogo zakonodatel'stva [Drones: a view in the context of land legislation] // Lex Russica. 2020. Vol. 73. No. 10. Pp. 63–72. DOI: 10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072. (In Russian.)
14. Zubarev Yu. N., Fomin D. S., Chashchin A. N., Zabolotnova M. V. Ispol'zovanie bespilotnykh letatel'nykh apparatov v sel'skom khozyaystve [Use of uncleaned aircraft in agriculture] // Perm Federal Research Centre Journal. 2019. No. 2. Pp. 47–51. DOI: 10.7242/2658-705X/2019.2.5. (In Russian.)
15. Khabarina D. S., Tishaninov I. A. Analiz primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov (BPLA) razlichnogo tipa v sel'skom khozyaystve [Analysis of the use of various types of unmanned aerial vehicles (UAVS) in agriculture] // The science without borders. 2021. No. 4 (56). Pp. 78–83. (In Russian.)
16. Bashilov A. M., Korolev V. A. Avtonomnye bespilotnye letatel'nye apparaty v tochnykh sistemakh agroproduktstva [Autonomous drones in precision agricultural production systems] // Don agrarian science bulletin. 2018. No. 3 (43). Pp. 76–82. (In Russian.)
17. Kulikova E. G., Manapova D. I. Izuchenie vozmozhnostey ispol'zovaniya bespilotnogo letatel'nogo apparata v sel'skom khozyaystve [Studying the possibilities of using an unmanned aerial vehicle in agriculture] // Surskiy vestnik. 2022. No. 3 (19). Pp. 34–42. DOI: 10.36461/2619-1202_2022_03_006. (In Russian.)
18. Salaev B. K., Seregin A. A., Eviev V. A., Muchaev A. B., Glechikova N. A., Yudaev I. V. Analiz primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov v sel'skom khozyaystve [Analysis of using unmanned aerial vehicles in agriculture] // Don agrarian science bulletin. 2022. Vol. 15. No. 4 (60). Pp. 29–44. https://doi.org/10.55618/20756704_2022_15_4_29-44. (In Russian.)
19. Sadov A. A., Gladkov A. V., Bayverdiev A. A., Shorokhov P. N. Vozmozhnost' ispol'zovanie bespilotnykh letatel'nykh apparatov v sel'skom khozyaystve dlya provedeniya analizov poley [Possibility of use of uncleaned aircraft in agriculture for carrying out analysis of fields] // Scientific and Technical Bulletin: Technical Systems in Agribusiness. 2019. No. 3 (3). Pp. 19–24. (In Russian.)
20. Vasil'chenko A. V. Innovatsii i tsifrovizatsiya v zashchite rasteniy [Innovation and digitalization in plant protection] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020. No. 61 (1). Pp. 161–172. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-161-172. (In Russian.)
21. Kurchenko N. Yu. Tekhnologiya primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov v sel'skom khozyaystve [The technology of unmanned aerial vehicles in agriculture] // British Journal of Innovation in Science and Technology. 2018. Vol. 3. No. 3. Pp. 37–42. <https://doi.org/10.22406/bjst-18-3.3-37-42>. (In Russian.)

22. Kudryavtsev D. V., Magdin A. G., Pripadchev A. D., Gorbunov A. A. Primenenie sel'skokhozyaystvennogo bespilotnogo letatel'nogo apparata dlya obrabotki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Application of agricultural unmanned aerial vehicle for processing agricultural crops] // Intelligent systems in production. 2021. Vol. 19. No. 3. Pp. 4–11. DOI: 10.22213/2410-9304-2021-3-4-11. (In Russian.)
23. Marchenko L. A., Artyushin A. A., Smirnov I. G., Mochkova T. V., Spiridonov A. Yu., Kurbanov R. K. Tekhnologiya vneseniya pestitsidov i udobreniy bespilotnym letatel'nym apparatami v tsifrovom sel'skom khozyaystve [Technology of pesticides and fertilizers application with unmanned aerial vehicles in digital agriculture] // Agricultural Machinery and Technologies. 2019. Vol. 13. No. 5. Pp. 38–45. DOI: 10.22314/2073-7599-2019-13-5-38-45. (In Russian.)
24. Truflyak E. V., Nazarenko L. V., Dadu M. M. Yu., Kulak A. A., Truflyak I. S. Ispol'zovanie bespilotnoy tekhnologii vneseniya udobreniy, gerbitsidnoy, insektitsidnoy i fungitsidnoy obrabotok pri vzdelyvanii ozimogo yachmenya [Use of drone technology for fertilisation, herbicide, insecticide and fungicide treatments in winter barley cultivation] // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2023. No. 185. Pp. 139–156. DOI: 10.21515/1990-4665-185-010. (In Russian.)
25. Shevchenko V. A., Maksimenko V. P., Gubin V. K., Matveev A. V. Perspektivy ispol'zovaniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov v melioratsii [Perspectives of using unmanned aircraft systems in land reclamation] // Melioration and Water Management. 2018. No. 2. Pp. 23–26. (In Russian.)
26. Mohidem N. A., Che'Ya N. N., Juraimi A. S., Fazlil Ilahi W. F., Mohd Roslim M. H., Sulaiman N., Saberion M., Mohd Noor N. How Can Unmanned Aerial Vehicles Be Used for Detecting Weeds in Agricultural Fields? // Agriculture. 2021. № 11 (10). Article number 1004. DOI: 10.3390/agriculture11101004.
27. Nagothu S. K., Anitha G., Siranthini B., Anandi V., Prasad P. S. Weed detection in agriculture crop using unmanned aerial vehicle and machine learning // Materialstoday: proceedings. 2023. DOI: 10.1016/j.mat-pr.2023.03.350.
28. Librán-Embid F., Klaus F., Tsharntke T., Grass I. Unmanned aerial vehicles for biodiversity-friendly agricultural landscapes – A systematic review // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 732. Article number 139204. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139204.
29. Kurchenko N. Yu., Naguchev Z. Kh. Ispol'zovanie bespilotnykh letatel'nykh apparatov v otsenki ushcherba sel'skomu khozyaystvu [The use of unmanned aerial vehicles in assessing damage to agriculture] // Scientific horizons. 2021. No. 9 (49). Pp. 60–63. (In Russian.)
30. Mitrashchuk V. V., Baranova M. P. Konstruktsiya bespilotnogo letatel'nogo apparata dlya primeneniya v sel'skom khozyaystve [Designing an unmanned aerial vehicle for using in agriculture] // Russia's agro-industrial complex. 2020. Vol. 27. No. 2. Pp. 333–338. (In Russian.)
31. BPLA: Daydzhest po robototekhnike [UAVS: Robotics Digest] [e-resource]. URL: <https://robotics.innopolis.university/wp-content/uploads/2021/02/Digest-Robotics2.pdf> (date of reference: 16.05.2023). (In Russian.)

Authors' information:

Nikolay Yu. Zubarev¹, candidate of economic sciences, senior lecturer of the department of world and regional economy, economic theory, ORCID 0000-0002-9725-9187, AuthorID 670224; +7 902 835-06-01, nu_zubarev@mail.ru

Anna A. Urasova², doctor of economic sciences, associate professor, leading researcher, director, ORCID 0000-0002-0598-5051, AuthorID 773894; +7 952 316-84-71, urasova.aa@uiec.ru

Lyudmila V. Glezman², candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher, ORCID 0000-0001-9812-3356, AuthorID 298047; +7 982 465-45-50, glezman.lv@uiec.ru

Svetlana S. Fedoseeva², research assistant, ORCID 0000-0003-3721-315X, AuthorID 518612; +7 951 956-77-73, fedoseeva.ss@uiec.ru

Yuriy N. Zubarev³, doctor of agricultural sciences, professor of the department of agrobiotechnologies, chief researcher of the sector of organization and support of research and development management of scientific and innovative activities, ORCID 0000-0002-6049-3244, AuthorID 522714; +7 952 644-59-52, yn-zubarev@mail.ru

¹Perm State University, Perm, Russia

²Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm branch, Perm, Russia

³Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia