

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-263-274>

Анализ факторов развития рынка беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственной промышленности

А.А. Урасова  , Л.В. Глезман , С.С. Федосеева 

*Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Пермский филиал),
614000, Пермь, ул. Ленина, д. 50, Российская Федерация*

 urasova.aa@uiec.ru

Аннотация. Актуальные тренды в мировой экономической системе диктуют необходимость выработки новых эффективных мер поддержки сельскохозяйственной промышленности, основанных на современных методах технологизации производства. Об этом свидетельствуют и приоритеты, обозначенные в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, предполагающие формирование высокопроизводительных производств в отраслях сельского хозяйства. Таким образом, современные экономические условия и тенденции научно-технологического развития определяют причины и формируют предпосылки активного развития рынка беспилотных летательных аппаратов и расширения спектра их использования в различных отраслях экономики, в частности в сельском хозяйстве. В этом контексте был проведен анализ факторов развития рынка беспилотных летательных аппаратов и оценен уровень воздействия комплекса этих факторов. Выдвинута гипотеза, утверждающая, что современные экономические условия и тенденции научно-технологического развития определяют причины и формируют предпосылки активного развития рынка беспилотных летательных аппаратов и инновационных технологий, реализуемых с их использованием, а также расширение спектра применения беспилотных летательных аппаратов в различных отраслях экономики, в частности в сельском хозяйстве. Эмпирическую базу исследования сформировали экспертные оценки, нормативные правовые акты в сфере развития рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов, а также официальные данные органов статистики. В качестве основного метода выступили матричный факторный анализ, ранжирование экспертных оценок. Дана количественная оценка факторного воздействия на рынок беспилотных летательных аппаратов, включающая ранжирование экспертных оценок. На основе детализации итоговых экспертных оценок обозначены основные проблемы, возникающие под воздействием разнородных факторов мега-, макро-, мезо- и микросреды на рынке беспилотных летательных аппаратов. Так, на макроуровне среди значимых факторов обозначены: изменения климата, увеличение природных катаклизмов, необходимость удовлетворения растущего спроса на продовольственные товары. Учитывая воздействие выявленных факторов, необходимо выстраивать стратегические приоритеты развития сельского хозяйства страны.

Ключевые слова: сельскохозяйственная промышленность, факторы развития, инновационные технологии, беспилотные летательные аппараты, рынок беспилотных летательных аппаратов

Благодарности: Статья подготовлена в соответствии с планом НИР Института экономики Уральского отделения Российской академии наук.

Для цитирования: Урасова А.А., Глезман Л.В., Федосеева С.С. Анализ факторов развития рынка беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственной промышленности. *Экономика промышленности*. 2023;16(3):263–274. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-263-274>

Analysis of development factors of the unmanned aerial vehicles market in the agricultural industry

A.A. Urasova  , L.V. Glezman , S.S. Fedoseeva 

*Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Perm Branch),
50 Lenina Str., Perm 614000, Russian Federation*

 *urasova.aa@uiec.ru*

Abstract. Current trends in the world economic system require developing new efficient measures of support for agricultural industry based on the modern methods of production technologization. This is also indicated by the priorities established within the Russian Federation Food Security Doctrine, which presuppose formation of high-performance industries in the agricultural sectors. Thus, current economic conditions and scientific and technological development trends determine the causes and form the prerequisites for active development of the UAV market and expansion of the range of their use in various sectors of economy including agriculture. In this context, the author analysed development factors of the UAV market and evaluated the degree of impact of these factors. The hypothesis has been set up that current economic conditions and scientific and technological development trends determine the causes and form the prerequisites for active development of the UAV and innovative technologies market and expansion of the range of their use in various sectors of economy including agriculture. The empirical basis of the study includes expert assessments, regulatory legal acts in the sphere of development of agricultural UAV market as well as official data from statistics agencies. Matrix factor analysis and ranking of expert assessments have been applied as the basic method. The author gives a ranked quantitative assessment of the factor impact on the UAV market including ranking of expert assessments. The author carries out detailed elaboration of expert assessments and on this basis identifies major problems arising under the influence of heterogeneous factors of mega-, macro-, meso- and microenvironment on the UAV market. Thus, at the macrolevel significant factors include climate change, rise in natural disasters, and need for satisfying the increasing demand on food products. Considering the factors revealed it is essential to establish strategic priorities for the development of the country's agriculture.

Keywords: agricultural industry, development factors, innovative technologies, unmanned aerial vehicles, unmanned aerial vehicles market

Acknowledgements: The article was prepared in accordance with the research plan of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

For citation: Urasova A.A., Glezman L.V., Fedoseeva S.S. Analysis of development factors of the unmanned aerial vehicles market in the agricultural industry. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(3):263–274. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-263-274>

农业无人机市场发展因素分析

A.A. 乌拉索娃  , L.V. 格列兹曼 , S.S. 费多谢耶娃 

俄罗斯科学院乌拉尔分院经济研究所（彼尔姆分所），
614000，俄罗斯联邦彼尔姆市列宁大街 50 号

 *urasova.aa@uiec.ru*

摘要：当今世界经济体系的发展趋势决定了需要基于生产技术化的现代方法制定新的有效措施以支持农业产业。俄罗斯联邦粮食安全学说中提出的优先事项也证明了这一点，其中涉及在农业部门建立高效产业。因此，现代经济条件和科技发展趋势决定了积极发展无人机市场以及扩大其在各个经济部门，特别是农业中的使用范围的原因和先决条件。在此背景下，分析了无人机市场的发展因素，并评估了这些因素的综合影响程度。提出了一种假设，即当前的经济条件和科技发展趋势决定了积极发展无人机市场和使用无人机创新技术的原因和先决条件，以及扩大了无人机在各个经济部门，特别是农业中的应用范围。研究的实证基础由专家评估、农业无人机市场发展领域的规范性文件以及统计部门的官方数据构成。主要方法是矩阵分析法和专家排序法。对无人机市场的影响因素进行了定量评估，包括专家排序。在对最终专家评估进行详

细分析的基础上, 确定了在mega-、宏观、中观和微观环境的各种因素影响下无人机市场出现的主要问题。在宏观层面, 确定的重要因素包括: 气候变化、自然灾害的增加、需要满足日益增长的对食品的需求。考虑到已确定因素的影响, 有必要制定国家农业发展的战略优先事项。

关键词: 发展要素、创新技术、无人机、农业产业、无人机市场

致谢: 本文根据俄罗斯科学院乌拉尔分院经济研究所的研究计划撰写。

Введение

Новые глобальные вызовы для российской экономической системы диктуют необходимость повышения эффективности сельскохозяйственной промышленности на основе технологизации производственных процессов. В рамках Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации одним из приоритетов является «создание в сельском хозяйстве высокопроизводительного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного научными работниками и высококвалифицированными специалистами»¹.

Одной из наиболее перспективных инновационных технологий являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), спектр применения которых в сельскохозяйственном производстве непрерывно расширяется. В настоящее время рынок инновационных технологий на основе БПЛА находится в стадии активного формирования, в связи с чем исследование факторов развития рынка БПЛА в сельскохозяйственной промышленности является важной теоретической и практической задачей.

Научное сообщество проявляет высокую исследовательскую заинтересованность в изучении возможностей и перспектив применения БПЛА для повышения эффективности сельскохозяйственного производства в условиях инновационной экономики.

Исследования различных аспектов развития сельскохозяйственного производства в условиях вызовов четвертой промышленной революции и массовом распространении инновационных и информационных технологий представлены в работах таких ученых, как: В.М. Червяков и Е.В. Кобылина [1], Л.Б. Ефремова [2], К.Ф. Край и М.И. Хаджиева [3], Л.Д. Афанасьева, А.Т. Ван-Чу-Лин и Н.И. Николаев [4], П.С. Галушина и А.А. Кравчук [5].

Глобальные цифровые трансформации социально-экономического пространства обуславливают интерес исследователей к проблематике цифровых преобразований агропромышленного

комплекса. Данный аспект исследован в работах Т.Г. Гурновича, Н.Р. Лягоскиной, Е.В. Литвиненко и М.С. Борсковец [6], Ю.В. Чутчевой, Ю.С. Коротких и А.А. Кирицы [7], Д.К. Сучкова [8], Н.Р. Амировой, Л.В. Саргиной и Ю.Е. Кондратьевой [9], И.К. Лариной [10].

Проблемы технологической и информационной модернизации сельского хозяйства на основе применения ИТ-технологий, в частности БПЛА, изучают С.В. Шайтура, М.Д. Князева, Л.П. Белю, В.К. Барбасов и В.М. Феоктистова [11], А.Л. Булгаков, Д.М. Коптилина и Д.С. Пасека [12].

Комплекс научных исследований посвящен возможностям использования инновационных БПЛА в сельскохозяйственной отрасли и различным областям их применения. Например, можно отметить работы С.Н. Лысенковой и К.В. Исаева [13], А.М. Тимирбаева [14], Д.С. Хабариной и И.А. Тишанинова [15], Ю.Н. Зубарева, Д.С. Фомина, А.Н. Чащина и М.В. Заболотновой [16], Н.П. Глазуновой, Т.А. Марыновой и Р.Н. Бахтиева [17].

Особый интерес для решения поставленных в исследовании задач представили работы, содержащие описание результатов внедрения и применения инновационных технологий в сельскохозяйственной промышленности посредством БПЛА. Так, С.А. Склярова [18], Д.В. Кудрявцев, А.Г. Магдин, А.Д. Припадчев и А.А. Горбунов [19] изучают возможности обработки сельскохозяйственных культур с помощью БПЛА для увеличения урожайности посевов. Применению БПЛА в сельскохозяйственной промышленности для мониторинга сельхозугодий и посевных площадей уделено внимание в работе А.А. Кортаева и Л.А. Новопашина [20]. Технологию дифференцированного внесения агрохимикатов, мониторинга сельхозугодий посредством БПЛА разработали Л.А. Марченко, А.А. Артюшин, И.Г. Смирнов и др. [21]. В статье Е.В. Труфляка, Л.В. Назаренко, М.М.Ю. Даду, А.А. Кулак и И.С. Труфляк [22] представлена апробация беспилотной технологии внесения удобрений при возделывании озимого ячменя.

Нормативно-правовые и законодательные аспекты применения БПЛА в сельском хозяйстве отражены в работах Г.Н. Эйрияна [23], Д.М. Хомякова [24] и др.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <http://government.ru/docs/all/125815/> (дата обращения: 11.05.2023).

Анализ развития российского и мирового рынка БПЛА, а также возможности их применения в сельскохозяйственном производстве, проводят А.С. Костин и Н.В. Богатов [25], М.Р. Фаттахов, А.В. Киреев и В.С. Клещ [26], Н.В. Романова [27], А.В. Шевченко, А.Н. Мигачев и Р.В. Мещеряков [28; 29] и др.

Таким образом, исследуемый учеными спектр вопросов, связанных с использованием БПЛА в сельском хозяйстве, довольно обширен, однако проводимые исследования не носят системного характера и по большей части ориентированы на решение конкретных практических задач сельскохозяйственных производителей. Что касается комплексного подхода к изучению рынка БПЛА применительно к сельскохозяйственному производству, то в данном направлении число исследований крайне мало. Для определения стратегических приоритетов и проблемных точек в развитии рынка инновационных технологий на основе БПЛА в сельскохозяйственной промышленности важным представляется выявление и анализ факторов, оказывающих определяющее воздействие на траекторию его развития.

Существующие в технологическом пространстве РФ стандартные методы повышения урожайности, носящие сплошной характер, такие как мелиорация, внесение удобрений и пр., практически исчерпаны и высоко затратны, в связи с чем особую актуальность и востребованность приобретают методы выборочной обработки отдельных участков полей в зависимости от результатов диагностики почвы и роста растений. Соответственно, среди актуальных направлений развития рынка инновационных технологий, реализуемых посредством применения БПЛА, можно отметить:

– картирование почв в целях оптимального использования полей;

– построение 2D-моделей полей для оптимального построения систем ирригации и мелиорации, обустройства лесополос;

– измерение индекса вегетативности (The Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), определение концентрации зеленой массы в целях эффективного внесения удобрений, борьбы с вредителями и пр.

– обработка посевов посредством ультрамалого объема опрыскивания (УМО) [30] и др.

В этом контексте авторами представлен анализ факторов развития рынка БПЛА в сельскохозяйственной промышленности РФ.

Исследование базируется на том, что целью развития сельского хозяйства в настоящее время является рост производства, оптимизация затрат, максимизация урожайности, преодоление де-

прессивных тенденций в подотраслях и секторах, что в условиях достигнутого уровня научно-технологического прогресса возможно реализовать посредством применения инновационных технологий на основе БПЛА.

Рынок БПЛА в РФ находится в стадии активного формирования, в связи с этим целью данного исследования заключается в выявлении и анализе факторов развития этого направления.

Гипотеза, выдвинутая авторами, заключается в том, что современные экономические условия и тенденции научно-технологического развития определяют причины и формируют предпосылки активного развития рынка БПЛА и инновационных технологий, реализуемых с их использованием, а также расширение спектра использования БПЛА в различных отраслях экономики, в частности в сельском хозяйстве.

Материалы и методы

Эмпирическую базу исследования сформировали аналитические материалы, экспертные оценки, нормативные правовые акты в сфере развития рынка сельскохозяйственных БПЛА. Методологическую основу составили системный и пространственный подходы, методы и приемы статистического и стратегического анализа, экономико-математического моделирования, предиктивная обработка эмпирических пространственно-временных данных в соответствии с разработанным оценочным методическим обеспечением.

Для анализа факторов внешней среды выбран метод ранжирования экспертных оценок. Такой подход целесообразен в условиях отсутствия метрических характеристик исследуемых факторов, а также в разности их характеристических описаний. Кроме того, предложенный подход позволяет использовать матричные данные и балльные оценки. В результате, основываясь на экспертных данных, удалось количественно охарактеризовать процесс воздействия внешних факторов на объект исследования, включая компаративный срез (т.е. сравнения воздействия различных факторов между собой).

В процессе анализа были отобраны эксперты, которые определили доминирующие условия развития рынка БПЛА в России (факторы, явившиеся магистральными для данного исследования). В процессе формирования выборки экспертов к таковым были отнесены:

1) эксперты, предоставившие уникальные данные;

2) эксперты, участвовавшие в подготовке принимаемых решений в специализированной отрасли;

3) эксперты, участвовавшие в разработке проектов в смежных специализированных отраслях.

Итоговая выборка экспертов базировалась на критериях: стаж работы по специальности в специализированной отрасли; участие в специализированных советах, комиссиях, конференциях, симпозиумах; ученая степень, должность. Исходя из критериев, были проставлены ранги (уровень компетенции эксперта по той или иной группе факторов): от 1 – наименее компетентен, до 5 – максимально компетентен.

Итоговая выборка включила 20 экспертов, которые отобраны в соответствии с опытом работы в сфере аналитики сельскохозяйственного рынка, практикой реализации проектов в сфере модернизации отраслей сельского хозяйства, причем в данном случае нельзя точно рассчитать универсальный оптимум: с одной стороны, при малом числе экспертов на групповую оценку излишнее влияние оказывает индивидуальная оценка каждого из них, а с другой – при слишком большом числе экспертов принижается роль тех мнений, которые отличаются от мнения большинства. В конечном счете, в обоих случаях результатом может оказаться снижение достоверности групповой оценки.

Опрос был проведен в 2022 г.

В целях оценки степени согласованности мнений экспертов был рассчитан коэффициент конкордации в соответствии с алгоритмом:

$$W = \frac{12 \sum d^2}{N^2(m^3 - m)}, \quad (1)$$

где d – отклонение суммы баллов экспертов от их средней суммы по каждой группе экспертов (в нашем случае четыре группы); N – число экспертов; m – число баллов (в соответствии со шкалой).

При этом d был рассчитан по следующей формуле:

$$d = \sum_{j=1}^N r_j j - \frac{1}{2} N(m+1), \quad (2)$$

где r – балльная оценка.

Расчет отклонения суммы баллов экспертов от их средней суммы по каждой группе экспертов составил:

$$d_1 = 88 - \frac{1}{2} 20(5+1) = 28;$$

$d_2 = 23$; $d_3 = 32$; $d_4 = 31$ соответственно.

Исходя из этого, коэффициент конкордации составил

$$W = \frac{12 \sum d^2}{N^2(m^3 - m)} = \frac{12(28^2 + 23^2 + 32^2 + 31^2)}{20^2(5^3 - 5)} \approx 0,76.$$

Такое значение коэффициента конкордации говорит о высоком качестве выборки экспертов и высокой степени согласованности их мнений.

Результаты исследования

Отобранные факторы имеют высокий уровень значимости и разделены на 4 подгруппы: факторы мега-, макро-, мезо- и микросреды. Логика такого деления связана с логикой существования и функционирования рыночных структур в рамках единой рыночной системы, их взаимовключенностью (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что в каждой группе различное число факторов: факторы мега- и макросреды – по 5; факторы мезо- и микросреды – по 11. Такая разница говорит о принадлежности заявленной проблематики к сфере региональных и локальных рынков.

Визуализация оценки значимых факторов мега-, макро-, мезо- и микросреды, оказывающих наиболее сильное воздействие на развитие рынка сельскохозяйственных БПЛА представлена на рис. 1.

Далее было определено проблемное поле развития рынка сельскохозяйственных БПЛА в условиях воздействия внешних факторов в соответствии с алгоритмом (табл. 2).

Таким образом, проблемное поле – это совокупность наиболее проблемных и сложных для развития рынка БПЛА в сельскохозяйственной промышленности обстоятельств. Каждое такое обстоятельство – это пересечение влияния факторов разного уровня, что предъявляет повышенные требования к решению данного вопроса при выходе на данный рынок (рис. 2).

Среди наиболее проблемных областей для развития рынка сельскохозяйственных БПЛА обозначены:

1. Мегасреда:

- изменения климата, увеличение природных катаклизмов;
- необходимость удовлетворения растущего спроса на продовольственные товары.

2. Макросреда:

- наличие системы полного страхового покрытия ответственности для защиты операторов и лиц, занимающихся оказанием услуг с использованием БПЛА²;

² Система полного страхового покрытия ответственности для защиты операторов и лиц, занимающихся оказанием услуг с использованием БПЛА – нормативно закреплена на федеральном и региональном уровне система мер по защите гражданской ответственности, в случае наступления неблагоприятных ситуаций, позволяющая минимизировать финансовые потери.

– регулирование порядка работы с персональными данными, информацией о частной жизни.

3. Мезосреда:

- использование БПЛА на разных этапах жизненного цикла сельскохозяйственных культур;
- необходимость больших инвестиций в отрасль;
- исчерпание запаса качественных пахотных земель и легкодоступных ресурсов воды;
- рост потребления сельскохозяйственной продукции.

4. Микросреда:

- потенциальный уровень конкурентоспособности организации³;
- успешность позиционирования услуг на рынке.

³ Потенциальный (прогнозный или планируемый) уровень конкурентоспособности организации – это уровень конкурентоспособности, которым должна обладать новая, модернизированная организация в будущем с учетом воздействия совокупности факторов.

Таблица 1 / Table 1

Результаты количественной оценки внешних факторов, влияющих на развитие рынка сельскохозяйственных БПЛА

Results of quantitative assessment of external factors affecting the development of the agricultural drone market

Внешние факторы		Средняя балльная оценка экспертов	Ранг фактора
Факторы мегасреды	Изменение климата, природные катаклизмы	21,5	1
	Растущий спрос на продовольственные товары	20,4	2
	Рост населения в мире	20,2	3
	Политическая нестабильность	15,6	4
	Экономическая нестабильность	15,3	5
Факторы макросреды	Страхование лиц, занимающихся оказанием услуг с использованием дронов	21,0	1
	Работа с персональными данными	20,2	2
	Квалифицированные кадры	19,7	3
	Уровень технического образования в стране	19,5	4
	Нормативно-правовое регулирование для БПЛА	19,5	4
Факторы мезосреды	Использование дронов на разных этапах роста сельскохозяйственных культур	22,5	1
	Необходимость больших инвестиций в отрасль	22,5	1
	Исчерпание запаса пахотных земель и водных ресурсов	22,5	1
	Рост потребления сельскохозяйственной продукции	21,5	2
	Прорывные стартапы в авиационной отрасли	20,9	3
	Рост стоимости ремонта в полевых условиях при непредсказуемых погодных явлениях	19,8	4
	Система радиопротиводействия	19,7	5
	Система профобразования региона	19,7	5
	Восполнение дефицита рабочей силы	19,5	6
	Неоднородность рабочей среды для роботов	19,1	7
	Низкая эффективность мониторинга посевов	16,8	8
Факторы микросреды	Уровень конкурентоспособности организации	18,8	1
	Успешность позиционирования услуг на рынке	18,6	2
	Спрос на услуги на внешних и внутренних рынках	18,5	3
	Цена и качественные параметры услуги	18,4	4
	Длительность периода окупаемости	18,1	5
	Безопасность труда работников	17,9	6
	Высокое потребление электроэнергии	17,9	6
	Обучение пилотов сельскохозяйственных дронов	17,3	7
	Развитие роботизированных систем и телекоммуникации	17,1	8
	Наличие совместимых технологий	16,8	9
Меры поддержки со стороны органов власти	15,9	10	



Рис. 1. Значимые факторы мега-, макро-, мезо- и микросреды, воздействующие на рынок сельскохозяйственных БПЛА

Fig. 1. Significant mega-environment, macro-environment, meso-environment and micro-environment factors affecting the agricultural UAV market

Таблица 2 / Table 2

Алгоритм построения проблемного поля развития рынка сельскохозяйственных БПЛА на основе оценки воздействующих факторов

Algorithm for constructing a problem field for the development of the agricultural UAV market based on an assessment of the influencing factors

Действие	Примечание
Распределение групп факторов по осям: вертикальная ось «Микро и макросреда»; горизонтальная ось «Мезо- и мегасреда» на основе экспертных оценок	Логика размещения групп факторов среды связана с концентрацией полученных оценок относительно значимости воздействующих факторов на рынок сельскохозяйственных БПЛА
Размещение в соответствующих ячейках факторов в таблице проблемного поля в соответствии с принадлежностью к группе	Мега-, макро-, мезо- и микрофакторы во всей совокупности раскрывают уровни развития рынка БПЛА
Размещение полученных итоговых средних экспертных балльных оценок в таблице в соответствующих ячейках таблицы	Предусмотрено пересечение факторов отдельных групп в целях визуализации
Выделение ячеек, в которых получены самые высокие итоговые оценки экспертов. Такие ячейки закрашиваются яркой заливкой. Остальные ячейки закрашиваются более бледным цветом	Цвет, иллюстрирующий наиболее значимые факторы, воздействующие на рынок сельскохозяйственных БПЛА
	Цвет, иллюстрирующий меньшую значимость факторов, воздействующих на рынок сельскохозяйственных БПЛА

		Мегасреда					Мезосреда													
		Балл	1	2	3	4	5	Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Макро-среда	Балл		20,4	20,2	21,5	15,6	15,3		20,9	19,7	21,5	16,8	19,8	22,5	19,1	19,5	19,7	22,5	22,5	
	1	19,7						19,7												
	2	19,5						19,5												
	3	21,0						21,0												
	4	20,2						20,2												
	5	19,5						19,5												
Микро-среда	Балл		20,4	20,2	21,5	15,6	15,3		20,9	19,7	21,5	16,8	19,8	22,5	19,1	19,5	19,7	22,5	22,5	
	1	17,3						17,3												
	2	18,6						18,6												
	3	16,8						16,8												
	4	17,1						17,1												
	5	18,4						18,4												
	6	17,9						17,9												
	7	17,9						17,9												
	8	18,5						18,5												
	9	18,8						18,8												
	10	18,1						18,1												
11	15,9						15,9													

Самое проблемное поле представляет собой сочетание возможных вариантов направлений действий и/или конкретных мероприятий для нейтрализации угроз внешнего окружения

Мегасреда

1. Растущий спрос на продовольственные товары
2. Рост населения в мире
3. Изменение климата, природные катаклизмы
4. Политическая нестабильность
5. Экономическая нестабильность

Мезосреда

1. Прорывные стартапы в авиационной отрасли
2. Система радиопротиводействия
3. Рост потребления сельскохозяйственной продукции
4. Низкая эффективность мониторинга посевов
5. Рост стоимости ремонта в полевых условиях при непредсказуемых погодных явлениях
6. Использование БПЛА на разных этапах роста сельскохозяйственных культур
7. Неоднородность рабочей среды для роботов
8. Восполнение дефицита рабочей силы
9. Система профобразования региона
10. Необходимость больших инвестиций в отрасль
11. Исчерпание запаса пахотных земель и водных ресурсов

Макросреда

1. Квалифицированные кадры
2. Уровень технического образования в стране
3. Страхование лиц, занимающихся оказанием услуг с использованием БПЛА
4. Работа с персональными данными
5. Нормативно-правовое регулирование для БПЛА

Микросреда

1. Обучение пилотов сельскохозяйственных БПЛА
2. Успешность позиционирования услуг на рынке
3. Наличие совместимых технологий
4. Развитие роботизированных систем и телекоммуникации
5. Цена и качественные параметры услуги
6. Безопасность труда работников
7. Высокое потребление электроэнергии
8. Спрос на услуги на внешних и внутренних рынках
9. Уровень конкурентоспособности организации
10. Длительность периода окупаемости
11. Меры поддержки со стороны органов власти

Рис. 2. Матрица оценки воздействия внешних факторов на развитие рынка сельскохозяйственных БПЛА

Fig. 2. Matrix to assess the impact of external factors on the development of the agricultural UAV market

Оценочные позиции, имеющие количественный характер, основаны на балльных оценках каждого из экспертов и в совокупности формируют обобщенный взгляд на характер факторного воздействия в развитии анализируемого рынка. Чем выше оценочная позиция, тем сильнее воздействие данного фактора в соответствии с согласованным мнением экспертов.

Проблемное поле представляет собой сочетание возможных вариантов направлений действий и/или конкретных мероприятий для нейтрализации угроз внешнего окружения.

Заключение

Развитие сельского хозяйства в Российской Федерации в настоящее время сдерживается последствиями экономических кризисов, обострением международной обстановки, пандемией коронавируса и т.д. Это предопределяет необходимость научного переосмысления и внедрения в практику новых подходов, механизмов и инструментов, позволяющих повысить эффективность сельскохозяйственной промышленности.

Проведенный факторный анализ развития рынка сельскохозяйственных БПЛА позволил дать количественную оценку факторного воздействия на рынок. Детальная экспертная оценка основных направлений воздействия ключевых факторов определила проблемные области в факторном пространстве рынка, исходя из которых необходимо выстраивать стратегические приоритеты развития производства.

В частности, очевидно, что внедрение беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственную отрасль в рамках «точного земледелия» позволит повысить урожайность и общую рентабельность при сокращении затрат и себестоимости на основе выработанных управленческих решений по рациональному использованию ресурсов. Перспективным направлением дальнейших исследований является анализ отдельных кейсов применения сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов в целях доказательства эффективности применения данных технологий.

Список литературы / References

1. Червяков В.М., Кобылина Е.В. Сельскохозяйственная отрасль на пороге четвертой промышленной революции: вызовы и решения. *Российский экономический интернет-журнал*. 2021;(2):1–12. URL: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/cba/cba03aa5a96a56e414a46990de8d415e.pdf> (дата обращения: 11.05.2023).
Chervyakov V.M., Kobylina E.V. Agricultural sector on the verge of fourth industrial revolution: problems and solutions. *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*. 2021;(2):1–12. (In Russ.). URL: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/cba/cba03aa5a96a56e414a46990de8d415e.pdf> (accessed on 11.05.2023).
2. Ефремова Л.Б. Информационные технологии в агробизнесе. *Московский экономический журнал*. 2023;8(2):304–311. URL: <https://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-2-2023-16/> (дата обращения: 11.05.2023).
Efremova L.B. Information technologies in agribusiness. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal = Moscow Economic Journal*. 2023;8(2):304–311. (In Russ.). URL: <https://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-2-2023-16/> (accessed on 11.05.2023).
3. Край К.Ф., Хаджиева М.И. Экономическая эффективность внедрения инновационных технологий в сельское хозяйство в эпоху сквозной цифровизации. *Известия Кабардино-Балкарского научно-го центра РАН*. 2020;(6(98)):155–164. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2020-6-98-155-164>
Krai K.F., Khadzhiyeva M.I. Economic efficiency of the introduction of innovative technologies in agriculture in the era of end-to-end digitalization. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN = News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of RAS*. 2020;(6(98)):155–164. (In Russ.). <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2020-6-98-155-164>
4. Афанасьева Л.Д., Ван-Чу-Лин А.Т., Николаев Н.И. «Умное» производство в агропромышленном комплексе: перспективы развития. *Дневник науки*. 2022;(12(72)):26. https://doi.org/10.51691/2541-8327_2022_12_6
Afanasyeva L.D., Van-Chu-Lin A.T., Nikolaev N.I. «Smart» production in the agro-industrial complex: development prospects. *Dnevnik nauki*. 2022;(12(72)):26. (In Russ.). https://doi.org/10.51691/2541-8327_2022_12_6
5. Галушина П.С., Кравчук А.А. Применение информационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации. *Аграрное образование и наука*. 2023;(1):8.
Galushina P.S., Kravchuk A.A. Application of information technologies in the agro-industrial complex of the Russian Federation. *Agrarnoe obrazovanie i nauka = Agrarian Education and Science*. 2023;(1):8. (In Russ.)

6. Гурнович Т.Г., Лягоскина Н.Р., Литвиненко Е.В., Борсковец М.С. Цифровая трансформация сельскохозяйственного производства в России. *Естественно-гуманитарные исследования*. 2023;(1(45)):110–116.
Gurnovich T.G., Lyagoskina N.R., Litvinenko E.V., Borskovets M.S. Digital transformation of agricultural production in Russia. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya = Natural-Humanitarian Studies*. 2023;(1(45)):110–116. (In Russ.)
7. Чутчева Ю.В., Коротких Ю.С., Кирица А.А. Цифровые трансформации в сельском хозяйстве. *Агроинженерия*. 2021;(5):53–58. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-5-53-58>
Chutcheva Y.V., Korotkikh Y.S., Kiritsa A.A. Digital transformations in agriculture. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2021;(5):53–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-5-53-58>
8. Сучков Д.К. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе. *Управленческий учет*. 2021;(6-3):727–737. <https://doi.org/10.25806/uu6-32021727-737>
Suchkov D.K. Digital technologies in the agroindustrial complex. *Upravlencheskii uchet = Management Accounting*. 2021;(6-3):727–737. (In Russ.). <https://doi.org/10.25806/uu6-32021727-737>
9. Амирова Н.Р., Саргина Л.В., Кондратьева Я.Э. Цифровые технологии в сельском хозяйстве. *ЦИТИСЭ*. 2020;(2(24)):266–280. <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2020.2.25>
Amirova N.R., Sargina L.V., Kondratyeva Y.E. Digital technologies in agriculture. *TsITISE = CITISE*. 2020;(2(24)):266–280. (In Russ.). <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2020.2.25>
10. Ларина И.К. Цифровизация агропромышленного комплекса России: проблемы и перспективы. *Via Scientiarum – Дорога знаний*. 2019;(2):29–36.
Larina I.K. Prospects of digitization in the agricultural sector. *Via Scientiarum – Doroga znaniy*. 2019;(2):29–36. (In Russ.)
11. 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):174–182.
Shaytura S.V., Knyazeva M.D., Belu L.P., Barbasov V.K., Feoktistova V.M. Digital transformation of agriculture based on unmanned aircraft. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2021;(7):174–182. (In Russ.)
12. Булгаков А.Л., Коптилина Д.М., Пасека Д.С. Экономические аспекты IT-технологии в сельском хозяйстве на примере «беспилотников». *АПК: Экономика, управление*. 2019;(4):41–48. <https://doi.org/10.33305/194-41>
Bulgakov A.L., Koptilina D.M., Paseka D.S. Economic aspects of IT-technology in agriculture on the example of “UAVS”. *АПК: Экономика, управление = AIC: economy, management*. 2019;(4):41–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.33305/194-41>
13. Лысенкова С.Н., Исаев К.В. Беспилотники в сельском хозяйстве. *Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Информационные технологии*. 2022;(2(20)):12–15.
Lysenkova S.N., Isaev K.V. Drones in agriculture. *Vestnik obrazovatel'nogo konsortsiума Srednerusskii universitet. Seriya: Informatsionnye tekhnologii*. 2022;(2(20)):12–15. (In Russ.)
14. Тимирбаев А.М. Беспилотный летательный аппарат в сельском хозяйстве. *Наука, техника и образование*. 2022;(4(39)):77–78.
Timirbaev A.M. Unmanned aerial vehicle in agriculture. *Nauka, tekhnika i obrazovanie*. 2022;(4(39)):77–78. (In Russ.)
15. Хабарина Д.С., Тишанинов И.А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа в сельском хозяйстве. *Наука без границ*. 2021;(4(56)):78–83.
Habarina D.S., Tishaninov I.A. Analysis of the use of various types of unmanned aerial vehicles (UAVS) in agriculture. *Nauka bez granits*. 2021;(4(56)):78–83. (In Russ.)
16. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Чашин А.Н., Заболотнова М.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. *Вестник Пермского федерального исследовательского центра*. 2019;(2):47–51. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2019.2.5>
Zubarev Y.N., Fomin D.S., Chashchin A.N., Zabolotnova M.V. Use of uncleaned aircraft in agriculture. *Perm Federal Research Centre Journal*. 2019;(2):47–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2019.2.5>
17. Глазунова Н.П., Марынова Т.А., Бахтиев Р.Н. Беспилотные системы в АПК. *Аграрные конференции*. 2019;(4(16)):15–20.
Glazunova N.P., Marynova T.A., Bakhtiev R.N. Unmanned systems in agriculture. *Agrarnye konferentsii*. 2019;(4(16)):15–20. (In Russ.)
18. Скларова С.А. Беспилотные летательные аппараты и новые технологии в агропромышленном комплексе России: проблемы и пути решения. Территория новых возможностей. *Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса*. 2019;11(4):44–53. <https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-4/044-053>
Sklyarova S.A. Unmanned aerial vehicles and new technologies in the agroindustrial complex of Russia: Problems and solutions. *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University*. 2019;11(4):44–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-4/044-053>

19. 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;19(3):4–11. <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2021-3-4-11>
Kudryavtsev D.V., Magdin A.G., Pripadchev A.D., Gorbunov A.A. Application of agricultural unmanned aerial vehicle for processing agricultural crops. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2021;19(3):4–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2021-3-4-11>
20. Коротаев А.А., Новопашин Л.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельскохозяйственных угодий и посевных площадей в аграрном секторе. *Аграрный вестник Урала*. 2015;(12(142)):38–42.
Korotayev A.A., Novopashin L.A. Application of unmanned aerial vehicles for monitoring agricultural lands and cultivation areas in agrarian sector. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015;(12(142)):38–42. (In Russ.)
21. Марченко Л.А., Артюшин А.А., Смирнов И.Г., Мочкова Т.В., Спиридонов А.Ю., Курбанов Р.К. Технология внесения пестицидов и удобрений беспилотными летательными аппаратами в цифровом сельском хозяйстве. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019;13(5):38–45. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-5-38-45>
Marchenko L.A., Artyushin A.A., Smirnov I.G., Mochkova T.V., Spiridonov A.Y., Kurbanov R.K. Technology of pesticides and fertilizers application with unmanned aerial vehicles in digital agriculture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2019;13(5):38–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-5-38-45>
22. Труфляк Е.В., Назаренко Л.В., Дадю 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(01)):139–156. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-185-010>
Truflyak E.V., Nazarenko L.V., Dadu M.Y., Kulak A.A., Truflyak I.S. Use of unmanned technology for fertilizer application, herbicide, insecticide and fungicide treatments in winter barley cultivation. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2023;(185(01)):139–156. (In Russ.). <https://doi.org/10.21515/1990-4665-185-010>
23. Эйриян Г.Н. Беспилотники: взгляд с позиции земельного законодательства. *Lex Russica (Русский закон)*. 2020;73(10):63–72. <https://doi.org/10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072>
Eiryran G.N. Drones: a view from the perspective of land law. *Lex Russica*. 2020;73(10):63–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072>
24. Хомяков Д.М. Правовые аспекты использования новых цифровых технологий с беспилотными летательными аппаратами в сельском хозяйстве. *Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт*. 2019;(9):57–63.
Khomyakov D.M. Legal aspects of the use of new digital technologies with drones in agriculture. *Sel'skokhozyaistvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont*. 2019;(9):57–63. (In Russ.)
25. Костин А.С., Богатов Н.В. Вопросы современного развития рынка беспилотных летательных аппаратов. *Системный анализ и логистика*. 2019;(4(22)):65–72.
Kostin A.S., Bogatov N.V. Questions of modern development of the drons aircraft market. *Sistemnyi analiz i logistika = Systems Analysis and Logistics*. 2019;(4(22)):65–72. (In Russ.)
26. 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;12(4):2507–2528. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116912>
Fattakhov M.R., Kireev A.V., Kleshch V.S. The market of unmanned aircraft systems in Russia: status and characteristics of functioning in the macroeconomic environment of 2022. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*. 2022;12(4):2507–2528. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116912>
27. Романова Н.В. Характеристика рынка беспилотных летательных аппаратов: запрос и сферы применения. *Самоуправление*. 2020;(4(121)):434–437.
Romanova N.V. Characteristics of the unmanned aerial vehicle market: request and application areas. *Samoupravlenie*. 2020;(4(121)):434–437. (In Russ.)
28. Шевченко А.В., Мигачев А.Н. Обзор состояния мирового рынка беспилотных летательных аппаратов и их применения в сельском хозяйстве. *Робототехника и техническая кибернетика*. 2019;7(3):183–195. <https://doi.org/10.31776/RTCJ.7303>
Shevchenko A.V., Migachev A.N. Review of the state of the world market of drons and their application for agriculture. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika = Robotics and Technical Cybernetics*. 2019;7(3):183–195. (In Russ.). <https://doi.org/10.31776/RTCJ.7303>

29. Шевченко А.В., Мещеряков Р.В., Мигачев А.Н. Обзор состояния мирового рынка робототехники для сельского хозяйства. Ч. 1. Беспилотная агро-техника. *Проблемы управления*. 2019;(5):3–18. <https://doi.org/10.25728/ru.2019.5.1>
Shevchenko A.V., Meshcheryakov R.V., Migachev A.N. Review of the world market of agriculture robotics. Pt 1. Unmanned vehicles for agriculture. *Problemy upravleniya = Control Sciences*. 2019;(5):3–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.25728/ru.2019.5.1>
30. Патент (РФ). № 2022622610. Глезман Л.В., Урасова А.А., Федосеева С.С. *База данных измерения уровня развития рынка инновационных услуг на основе беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве регионов РФ*. Заявл.: 20.10.2022; опубл. 24.10.2022.

Информация об авторах

Анна Александровна Урасова – д-р экон. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, директор, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Пермский филиал), 614000, Пермь, ул. Ленина, д. 50, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0598-5051>; e-mail: urasova.aa@uiec.ru

Людмила Васильевна Глезман – канд. экон. наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Пермский филиал), 614000, Пермь, ул. Ленина, д. 50, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9812-3356>; e-mail: glezman.lv@uiec.ru

Светлана Сергеевна Федосеева – младший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Пермский филиал), 614000, Пермь, ул. Ленина, д. 50, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3721-315X>; e-mail: fedoseeva.ss@uiec.ru

Information about authors

Anna A. Urasova – Dr.Sci. (Econ.), Associate Professor, Leading Researcher, Director, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Perm Branch), 50 Lenina Str., Perm 614000, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0598-5051>; e-mail: urasova.aa@uiec.ru

Lyudmila V. Glezman – PhD (Econ.), Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Perm Branch), 50 Lenina Str., Perm 614000, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9812-3356>; e-mail: glezman.lv@uiec.ru

Svetlana S. Fedoseeva – Junior Researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Perm Branch), 50 Lenina Str., Perm 614000, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3721-315X>; e-mail: fedoseeva.ss@uiec.ru

Поступила в редакцию 24.05.2023; поступила после доработки 28.08.2023; принята к публикации 30.08.2023

Received 24.05.2023; Revised 28.08.2023; Accepted 30.08.2023