

*Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2022. № 4 (73). С. 155–159.
THE CASPIAN REGION: Politics, Economics, Culture. 2022. Vol. 4 (73). P. 155–159.*

Научная статья
УДК 330
doi: 10.54398/1818510X_2022_4_155

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА «АГРОБОТ»

Рыбаков Алексей Владимирович¹, **Рыбаков Илья Александрович²**, **Арыкбаев Равиль Каримович³**

^{1,2}Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия

³Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

¹rybakov_alex@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-1192-0913>

²ilya_rybakov_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4223-6391>

³ravilyarkbaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9959-8716>

Аннотация. В работе представлен анализ существующих публикаций в области экономической эффективности сельскохозяйственной робототехники, приведены используемые в нашей стране методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов и выполнены расчеты проекта «Агробот» по выбранным методикам. Инвестиционный проект ориентирован на применение в сельскохозяйственной сфере. Целевая аудитория проекта на первой стадии – фермерские хозяйства Астраханской области и крупные сельхозпроизводители региона. Предполагается, что для осуществления продаж сельскохозяйственных роботов будет создано малое предприятие. Основной продукцией, реализуемой в рамках проекта «Агробот» будут являться роботизированные комплексы трёх модификаций: облегченной, базовой и улучшенной. Для представления проекта «Агробот» инвесторам необходимо рассчитать его экономическую эффективность. Экономическая эффективность инвестиционного проекта рассчитана методом чистого дисконтированного дохода с использованием различных подходов к определению значения премии за риск. Расчёт выполнен на четыре года с предварительным разовым инвестированием порядка себестоимости 60 роботов и оплаты работ исполнителей проекта. Рассматриваемый проект с учётом заявленных цен и плана продаж начнёт приносить прибыль после четвёртого года и может быть проинвестирован на заявленную сумму.

Ключевые слова: сельское хозяйство, робототехника, сбор урожая, цифровые технологии, экономика цифрового сельского хозяйства, роботизированные системы, экономическая эффективность, автоматизация, исследование, компьютерное зрение

Для цитирования: Рыбаков А. В., Рыбаков И. А., Арыкбаев Р. К. Оценка экономической эффективности инвестиционного проекта «Агробот» // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2022. № 4 (73). С. 155–159. https://doi.org/10.54398/1818510X_2022_4_155.



Это произведение публикуется по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная.

EVALUATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INVESTMENT PROJECT "AGROBOT"

Alexey V. Rybakov¹, **Ilya A. Rybakov²**, **Ravil K. Arykbayev³**

^{1,2}Astrakhan State University named after V. N. Tatischev, Astrakhan, Russia

³Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

¹rybakov_alex@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-1192-0913>

²ilya_rybakov_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4223-6391>

³ravilyarkbaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9959-8716>

Abstract. The paper presents an analysis of existing publications in the field of economic efficiency of agricultural robotics, provides methods used in our country to assess the economic efficiency of investment projects and calculations of the project "Agrobot" according to the selected methods. The investment project is focused on application in the agricultural sector. The target audience of the project at the first stage is farms of the Astrakhan region and large agricultural producers of the region. It is assumed that a small enterprise will be created to sell agricultural robots. The main products sold within the framework of the Agrobot project will be robotic complexes of 3 modifications: lightweight, basic and improved. To present the Agrobot project to investors, it is necessary to calculate its economic efficiency. The economic efficiency of the investment project is calculated by the method of net discounted income using various approaches to determining the value of the risk premium. The calculation was made for 4 years with a preliminary one-time investment of the order of the cost of 60 robots and payment for the work of the project performers. The project under consideration, taking into account the stated prices and the sales plan, will begin to make a profit after 4 years and can be invested for the declared amount.

Keywords: agriculture, robotics, harvesting, digital technologies, digital agriculture economics, robotic systems, economic efficiency, automation, research, computer vision.

For citation: Rybakov A. V., Rybakov I. A., Arykbayev R. K. Evaluation of the economic efficiency of the investment project "Agrobot". *Kaspiyskiy region: politika, ekonomika, kultura* [The Caspian Region: Politics, Economics, Culture]. 2022, no. 4 (72), pp. 155–159. https://doi.org/10.54398/1818510X_2022_4_155.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Введение

Стремительный рост сельскохозяйственной робототехники в последнее десятилетие обусловлен конвергенцией созревающих мехатронных технологий, что делает такую автоматизацию технически осуществимой.

Основная часть

Нами были проанализированы исследования, в которых сообщалось об экономическом обосновании внедрения сельскохозяйственной робототехники [1].

Серенсен и др. [3] использовали сценарное планирование для оценки потенциала роботизированной прополки органических культур. Сценарное планирование – это бюджетирование всей фермы, опирающееся на вклад фермеров, исследователей и консультантов ферм для определения параметров. Они создали восемь сценариев фермы, но большая часть анализа была сосредоточена на сценарии, связанном с производством сахарной свёклы и моркови.

Маккоркл и др. [7] использовали относительно детальную финансовую имитационную модель виноградного предприятия, но рассматривали робототехнику только как потенциальную замену рабочей силы. Они подсчитали, что на 20,2 га виноградников потребует 334,7 ч/га при себестоимости 4 402,58 долл. США /га, а в 40,4 га виноградников потребует 282,8 ч/га при себестоимости 3 799,33 долл. США/га. Они подчёркивали экономию средств, если заменить людей-рабочих роботами. Их методология облегчала анализ риска, но не давала подробного представления об экономических аспектах внедрения робототехники.

Эдан и др. (1992) [4] использовали частичные бюджеты для оценки потенциала автоматизации сбора бахчевых культур, но рассматривали автономию как критерий чувствительности. Их отношение к автоматизации было весьма ограниченным, поскольку на момент проведения исследования в 1992 г. технология наведения ГНСС не была доступна для сельскохозяйственного оборудования.

Педрсен и др. (2006) [5] рассмотрели три сценария.

1. Роботизированная оценка урожая.
2. Роботизированная прополка.
3. Роботизированная стрижка травы.

В каждом из трёх сценариев авторы нашли экономию затрат с помощью роботизированной альтернативы, но заявили, что высокая стоимость кинематических глобальных навигационных спутниковых систем реального времени (RTK GNSS) и скромная мощность роботов были основными причинами относительно высокой стоимости роботизированных систем.

Рентабельность роботов для раннего посева и пересева сахарной свёклы была оценена Pedersen et al. (2017) [2; 3]. Ранний посев возможен с помощью небольшого роботизированного оборудования, поскольку оно имеет относительно небольшой вес и может находиться в поле тогда, когда оно слишком влажное для обычной техники.

Гаус и др. (2017) [8] использовали частичное бюджетирование для оценки потенциальных затрат на механическую прополку пшеницы с помощью роя автономных малых роботов. Для робота, который мог бы механически пропалывать 3 га пшеницы пять раз в течение сезона, они оценили эксплуатационные расходы в 30,20 евро/га/ч, первоначальные инвестиции для одного робота – в 626 евро. Они прокомментировали потенциальную экономию пестицидов за счёт использования роботов для механической прополки, но не определили её количественно, сравнив оценочную стоимость роботизированной прополки с типичными химическими затратами на прополку.

Среди рассмотренных документов Шокли и Диллон [9] наиболее систематично рассматривали то, как робототехника может повлиять на экономику растениеводства. Они рассмотрели автономное оборудование для производства кукурузы и сои в штате Кентукки, США. В ходе анализа сравнивалась чистая прибыль от использования автономного оборудования с наилучшим дополнением обычного оборудования для данного размера фермы. Анализ показал, что относительно небольшое автономное оборудование будет иметь экономические преимущества для широкого диапазона размеров ферм, но особенно для небольших ферм.

Описание инвестиционного проекта

Проект ориентирован на применение в сельскохозяйственной сфере. Целевая аудитория проекта на первой стадии – фермерские хозяйства Астраханской области и крупные сельхозпроизводители региона. Общий региональный рынок – около 1 млрд руб. в год. Планируемая доля рынка – 1–5 % в год с нарастающим итогом к 2025 г. Максимальная производительность сбора томатов с использованием разработанного робототехнического комплекса на данный момент – 200 кг/ч. Перед ручным сбором имеется ряд неоспоримых преимуществ, например отсутствует необходимость в сортировке, можно оставлять в автономном режиме на световой день. В случае использования системы компьютерного зрения для ночного режима работы возможна непрерывная работа 24/7 и при плохих погодных условиях. Основной потребитель – небольшие фермерские хозяйства. Возможно перепрограммирование на другие культуры: огурцы, перец, баклажаны, цветы. Робот отличается применением интеллектуальных обучающихся алгоритмов для распознавания плодов, точного определения их координат, размеров, степени зрелости в зависимости от вводимых данных по сортам. Такие программные средства и возможность их интеграции во встраиваемые микропроцессорные системы небольших размеров появились только в последние годы. Доступность цены на такие модули, недорогие камеры хорошего разрешения, мощные силовые платы, аккумуляторы высокой ёмкости и прецизионные навигационные системы дают нам возможность сейчас создавать прототипы с лучшими характеристиками [10].

При сборе плодов происходит захват в специальный гибкий кожух-схват и отрыв от кисти с усилием 10–30 Н. Для открытого грунта существуют специальные комбайны для сбора томатов. Робот более универсален, так как приобрести его может и небольшое КФХ, а применять можно как в теплице, так и на открытом грунте. Невысокая производительность робота, порядка 150–200 кг/ч, компенсируется отсутствием необходимости дополнительной переборки, незначительной степенью повреждения плодов и возможностью длительной непрерывной равномерной работы. Стоимость робота от 200 до 900 тыс. руб. в зависимости от функционала и комплектации. Бюджетный вариант оснащён только камерой для подсчёта спелых овощей, диагностики состояния растений и почвы. Опционально за дополнительную плату робот оснащается манипулятором для сбора, отсеком хранения, докстанцией, дополнительными датчиками и имеет расширенные функции управления и обмена данными [10].

Методика оценки инвестиционного проекта

Для представления проекта «Агроробот» инвесторам необходимо рассчитать его экономическую эффективность. Сейчас в России основным документом, регламентирующим оценку инвестиционных проектов, являются «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиций и их отбору для финансирования» [11; 12]. Согласно «Рекомендациям», эффективность проектов характеризуется системой показателей, связанных с денежным потоком проекта и позволяющих судить об экономических преимуществах одних инвестиций над другими.

Методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов можно классифицировать следующим образом:

1. По типу резюмирующего показателя:
 - а) абсолютные, где итоговые показатели – это разность между стоимостью полученной прибыли и затрат, связанных с реализацией проекта;
 - б) относительные, где итоговые показатели – это отношение между стоимостью полученной прибыли и затрат, связанных с реализацией проекта;
 - в) временные оценивают период окупаемости инвестиционных затрат.
 2. По типу сравнения неравномерного денежного потока:
 - а) статические, где в целом все денежные потоки одинаковы на протяжении всего времени;
 - б) динамические, соответственно, противоположные статическим денежным потокам.
- Методы (показатели), относящиеся к данным группам представлены в таблице 1.

Таблица 1. Методы оценки экономической эффективности проектов [11]

Статические	Динамические
Чистая стоимость	Чистый дисконтированный доход
Срок окупаемости инвестиций	Дисконтированный индекс доходности
Коэффициент эффективности инвестиций	Внутренняя норма рентабельности
	Модифицированная внутренняя норма доходности
	Дюрация
	Чистая норма доходности
	Эквивалентная ежегодная рента
	Модифицированная чистая текущая стоимость

Рассчитаем эффективность инвестиционного проекта методом чистого дисконтированного дохода (ЧДД, NPV). Данный показатель узнаём исходя из разности дисконтированных значений денежных притоков и оттоков, создаваемых инвестиционным проектом за расчётный период. Суть метода расчёта показателя заключается в сравнении текущей стоимости возможных будущих денежных поступлений с расходами, необходимыми для реализации проекта. В основе расчёта NPV лежит различная стоимость денег во времени, а определяется показатель методом дисконтирования. Стадии расчёта чистого дисконтированного дохода:

- 1) расчёт денежного потока инвестиционного проекта;
- 2) выбор ставки дисконтирования;
- 3) определение чистого дисконтированного дохода.

При разовой инвестиции NPV определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t} - IC, \quad (1)$$

где CF_t – денежный поток в момент времени t ;
 IC (Invested Capital) – размер вложенных инвестиций;
 i – ставка дисконтирования.

При последовательном инвестировании в течение ряда лет NPV определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{IC_t}{(1+i)^t}, \quad (2)$$

где IC_t (Invested Capital) – размер вложенных инвестиций в момент времени t .
Условия принятия решения по данному методу представлены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка проекта по критерию NPV [11]

Условие	Оценка проекта
$NPV < 0$	Проект исключается из рассмотрения
$NPV = 0$	Проект не прибыльный и не убыточный
$NPV > 0$	Проект приносит доход и может рассматриваться в дальнейшем
$NPV_1 > NPV_2$	Первый проект приносит больше дохода, чем второй

Требования, которые следует учесть при использовании данного метода:

1. Надёжность данных: стоит сказать, что строительные проекты реализуются достаточно длительное время, поэтому при прогнозировании сложно говорить о надёжности данных; при принятии решений следует провести анализ степени неопределённости.
2. Конкретный срок реализации проекта.
3. Оперирование единственной целевой функцией – стоимостью денежных средств (часто ИСП оперирует несколькими целевыми функциями).
4. Привязка платежей к определённым моментам времени (год, квартал, месяц и т. д.). Часто платежи носят хаотичный характер, поэтому требуется, чтобы шаг расчёта был равен платежам по кредитам.
5. Развитость инвестиционного рынка.

Формула оценки дисконтированной ставки с учётом премии за риск:

$$i = if + ip + I, \quad (3)$$

где i – дисконтированная ставка;
 if – безрисковая ставка;
 ip – премия за риск;
 I – процент инфляции.

Инфляция выделяется отдельным параметром, поскольку обесценивание денежных средств происходит на постоянной основе.

Методика, изложенная в «Положении об оценке эффективности инвестиционных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов бюджета развития Российской Федерации» (утверждено Постановлением Правительства РФ № 1470 от 22.11.97) [5].

В этой методике описана рекомендованная процедура определения ставки дисконтирования для анализа проекта и предложения на следующая «лестница» рисков премий:

Таблица 3. Методика определения премии за риск, используемая при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов бюджета развития Российской Федерации [11]

Тип проекта	Рисковая премия, %
Вложения при интенсификации производства на базе освоенной техники	3–5
Увеличение объема продаж существующей продукции	8–10
Производство и продвижение на рынок нового продукта	13–15
Вложения в исследования и инновации	18–20

Коллектив авторов (П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк [13]) предлагают следующую пофакторную методику определения премии за риск (табл. 4).

Таблица 4. Влияние отдельных факторов на величину премии за риск [11]

Факторы и их градация	Прирост премии за риск, %
1. Необходимость проведения НИОКР (с заранее неизвестными результатами) силами специализированных научно-исследовательских и (или) проектных организаций: продолжительность НИОКР менее 1 года; продолжительность НИОКР свыше 1 года: а) НИОКР выполняется силами одной специализированной организации, б) НИОКР носит комплексный характер и выполняется силами нескольких специализированных организаций	3–6 7–15* 11–20
2. Характеристика применяемой технологии: традиционная; новая	0 2–5*
3. Неопределенность объемов спроса и цен на производимую продукцию: существующую; новую	0–5 5–10*
4. Нестабильность (цикличность, сезонность) производства и спроса	0–3*
5. Неопределенность внешней среды при реализации проекта (горно-геологические, климатические и иные природные условия, агрессивность внешней среды и т. п.)	0–5
6. Неопределенность процесса освоения применяемой техники или технологии. Наличие у участников возможности обеспечить соблюдение технологической дисциплины	0–4*
Примечание: *соответствие проекту.	

В таблице 4 отражены преимущественно риски, так или иначе связанные с разработкой новой техники. Однако в ней присутствуют и такие факторы риска, которые не имеют статистической закономерности проявления и, следовательно, не поддаются прогнозированию. Их влияние на эффективность инвестиционного проекта неправомерно включать в норму дохода. Учёт таких рисков в инвестиционном проектировании осуществляется с помощью иных методов: анализа чувствительности проекта, сценарном, расчёте точки безубыточности и др.

Расчёт экономической эффективности проекта

Основной продукцией, реализуемой в рамках проекта «Агроробот» будут являться роботизированные комплексы трёх модификаций: облегчённой, базовой и улучшенной. Себестоимость этих комплексов соответственно составляет 240 000, 500 000 и 850 000 руб. Рыночную стоимость планируется установить на уровне 400 000, 750 000 и 1 400 000 руб. Предполагается, что для осуществления продаж сельскохозяйственных роботов будет создано малое предприятие. План продаж на первые три года составляет не менее 40 единиц робототехнических комплексов облегченной конфигурации, порядка 20 единиц базовых комплексов и 10 улучшенных версий в год. На четвёртый год план продаж составит 40/30/15 единиц разных конфигураций. Учитывая выбранную рыночную стоимость, валовая прибыль составляет 45 000 – 28 100 = 16 900 тыс. руб./год в первые три года и 59 500 – 37 350 = 22 150 тыс. руб. на четвёртый год проекта. Зарплата сотрудников на первом этапе (три года) составит с учётом налогов порядка 2 000 тыс. руб./год. Учитывая небольшое количество сотрудников (менее 100) и невысокий годовой доход (менее 150 млн руб.) для ООО считается возможным переход на упрощённую систему налогообложения (УСН). УСН по доходам предусматривает ставку по налогам в районе 6 %, т. е. 2 700 тыс. руб. в первые три года и 3 570 тыс. руб. на четвёртый год. Следовательно, чистая прибыль находится на уровне 12 200 тыс. руб./год. Ставку дисконтирования рассчитаем по формуле, приведённой выше. Инфляция составляет 6,68 % [14], безрисковая ставка – 5,48 % [15], а риски, согласно таблице 3, принимают значение около 15 %:

$$i = if + ip + I = 5,48 + 15,00 + 6,68 = 27,16 \%$$

Рассчитаем эффективность инвестиционного проекта методом чистого дисконтированного дохода. Расчёт выполним на четыре года с предварительным разовым инвестированием порядка себестоимости 60 роботов и оплаты работ исполнителей проекта, т. е. 30 100 тыс. руб./год:

$$NPV = \frac{14200}{1 + 0,2716} + \frac{12200}{(1 + 0,2716)^2} + \frac{12200}{(1 + 0,2716)^3} + \frac{16580}{(1 + 0,2716)^4} - 30100 =$$

$$= 11167 + 7554 + 5933 + 6341 - 30100 = 30995 - 30100 = 895 \text{ тыс. руб.},$$

$$NPV > 0.$$

Таким образом, рассматриваемый проект с учётом заявленных цен и плана продаж начнёт приносить прибыль после четвёртого года и может быть проинвестирован на заявленную сумму.

Если мы воспользуемся величиной премии за риск, выбранной согласно факторам, приведённым в таблице 4, помеченных звёздочкой, получаем следующее: эта величина может составить в самом минимальном случае 16 %, а, выбрав максимальные значения в соответствующих графах, определяем значение на уровне 37 %. Посчитаем NPV по максимальным значениям из этой методике:

$$i = if + ip + I = 5,48 + 37,00 + 6,68 = 49,16 \%$$

$$NPV = \frac{14200}{1 + 0,4916} + \frac{12200}{(1 + 0,4916)^2} + \frac{12200}{(1 + 0,4916)^3} + \frac{16580}{(1 + 0,4916)^4} - 30100 =$$

$$= 9519 + 5483 + 3676 + 3349 - 30100 = 22027 - 30100 = -8073 \text{ тыс. руб.},$$

$$NPV < 0.$$

С учётом данного решения проект не является эффективным и исключается из рассмотрения. Однако многие авторы критикуют выбор высоких значений премии за риск по этой методике [11].

Выводы

Проанализированные в работе экономические аспекты внедрения роботов для сбора урожая позволяют ожидать экономической эффективности внедрения к началу пятого года работы проекта. При этом, несомненно, остаются открытыми вопросы уточнения возможных доходов и затрат, изменения процентных ставок, роста спроса на подобные продукты. Ещё одной важной задачей для корректировки расчётов является уточнение премии за риск, выбранной нами на уровне 15 %, согласно имеющимся нормативным документам и соответствующему типу проекта.

Список литературы

1. Арыкбаев, Р. К. Экономические аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве / Р. К. Арыкбаев, А. В. Рыбаков, Д. В. Старов, И. В. Михайлов, Э. М. Вильданов // Экономика и предпринимательство. – 2021. – Вып. 3 (128). – С. 1240–1247. doi: 10.34925/EIP.2021.128.3.249.
2. Безрисковая ставка. – URL: <https://conomy.ru/> (дата обращения: 10.02.2022).

3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – Москва : Росинформагротех, 2019. – 48 с.
4. Годовая инфляция в РФ в августе выросла до 6,68 %. – URL: <https://www.interfax.ru/russia/789203> (дата обращения: 13.02.2022).
5. Гилемханов, Р. А. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов / Р. А. Гилемханов, Н. В. Браила, // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 10 (49). – С. 7–19. doi: 10.18720/CUBS.49.1.
6. Касатов, А. Д. Развитие экономических методов управления интегрированными корпоративными структурами в промышленности: инвестиционный аспект / А. Д. Касатов. – Москва : Экономическая газета, 2010. – 324 с.
7. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (2 редакция). Официальное издание. – Москва : Экономика, 2000. – 421 с.
8. Edan, Y. Economic analysis of robotic melon harvesting / Y. Edan, M. Benady, G. E. Miles. – St Joseph, MI, USA : ASAE, 1992. – P. 92–1512.
9. Gaus, C. C. Economics of mechanical weeding by a swarm of small field robots / C. C. Gaus, L. M. Urso, T. F. Minßen, de T. Witte // 57th Annual Conference. Brunswick, Germany : German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), 2017. – P. 1–4.
10. McCorkle, D. A. Economics of robotic technology in Texas wine grape production / D. A. McCorkle, R. M. Dudensing, D. Hanselka, E. W. Hellman // SAEA Annual Meeting. – San Antonio, USA : Southern Agricultural Economics Association, 2016. – P. 1–22.
11. Pedersen, S. M. Agricultural robots – system analysis and economic feasibility / S. M. Pedersen, S. Fountas, H. Have, B. S. Blackmore // Precision Agriculture. – 2006. – № 7 (4). – P. 295–308. – doi: 10.1007/s11119-006-9014-9.
12. Pedersen, S. M. Agricultural robots – applications and economic perspectives / S. M. Pedersen, S. Fountas, B. S. Blackmore // Service Robot Applications / ed. Y. Takahashi. – Rijeka: InTech, 2006. – P. 369–382.
13. Pedersen, S. M. Robotic seeding: economic perspectives / S. M. Pedersen, S. Fountas, C. G. Sørensen, F. K. Van Evert, B. S. Blackmore // Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives / eds.: S. M. Pedersen & K. M. Lind. – Cham: Springer International Publ., 2017. – P. 167–179. – doi: 10.1007/978-3-319-68715-5_8.
14. Sørensen, C. G. Organic farming scenarios: operational analysis and costs of implementing innovative technologies / C. G. Sørensen, N. A. Madsen, B. H. Jacobsen // Biosystems Engineering. – 2005. – Vol. 91 (2). – P. 127–137. – doi: 10.1016/j.biosystemseng.2005.03.006.
15. Shockley, J. M. An economic feasibility assessment for adoption of autonomous field machinery in row crop production / J. M. Shockley, D. Dillon // 14th International Conference on Precision Agriculture. Retrieved October 30, 2018. – Montreal, Canada: 2018. – URL: <https://www.ispag.org/proceedings/?action=download&item=4749>.

References

1. Aрыкбайев, Р. К., Рыбаков, А. В., Старов, Д. В., Михайлов, И. В., Вилданов Е. М. Экономические аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве [Economic aspects of robotics application in agriculture]. *Экономика и предпринимательство* [Economics and entrepreneurship]. 2021, iss. 3 (128), pp. 1240–1247. doi: 10.34925/EIP.2021.128.3.249.
2. *Bezriskovaya stavka* [Risk-free rate]. Available at: <https://conomy.ru/> (accessed: 10.02.2022).
3. *Vedomstvennyy projekt "Tsifrovoye selskoye khozyaystvo": ofitsialnoye izdaniye* [Departmental project "Digital Agriculture": official publication]. Moscow: Rosinformagrotekh; 2019, 48 p.
4. *Godovaya inflyatsiya v RF v avguste vyroslo do 6,68 %* [Annual inflation in the Russian Federation in August rose to 6.68 %]. Available at: <https://www.interfax.ru/russia/789203> (accessed: 13.02.2022).
5. Gilemhanov R. A., Braila N. V. Metody otsenki finansovo-ekonomicheskoy effektivnosti investitsionno-stroitelnykh projektov [Methods of assessing the financial and economic efficiency of investment and construction projects]. *Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy* [Construction of unique buildings and structures]. 2016, no. 10 (49), pp. 7–19. doi: 10.18720/CUBS.49.1.
6. Kasatov A. D. *Razvitiye ekonomicheskikh metodov upravleniya integrirovannymi korporativnymi strukturami v promyshlennosti: investitsionnyy aspekt* [Development of economic methods of management of integrated corporate structures in industry: investment aspect]. Moscow: Ekonomicheskaya gazeta; 2010, 324 p.
7. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov* [Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects]. 2nd ed. Official publication Moscow: Ekonomika; 2000, 421 p.
8. Edan, Yu., Benadi, M., Miles, G. E. *Economic analysis of robotic melon harvesting*. St. Joseph, Michigan, USA: ASAE; 1992, pp. 92–1512.
9. Gaus, K. S., Urso, L. M., Minsen, T. F., de Witte, T. Economics of mechanical weeding by a swarm of small field robots. *57th Annual Conference*. Brunswick, Germany: German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), 2017, pp. 1–4.
10. McCorkle, D. A., Dudensing, R. M., Hanselka, D., Hellman E. V. Economics of robotic technologies in grape production in Texas. San Antonio, USA: Southern Agricultural Economics Association. SAEA Annual Meeting; 2016, pp. 1–22.
11. Pedersen, S. M., Fauntas, S., Khav, H., Blackmore, B. S. Agricultural Robots – System Analysis and Economic Feasibility. *Precision Agriculture*. 2006, no. 7 (4), pp. 295–308. doi: 10.1007/s11119-006-9014-9.
12. Pedersen, S. M., Fauntas, S., Blackmore, S. Agricultural robots – application and economic prospects. *Applications for service robots*. Ed. by Y. Takahashi. Rijeka: Intech; 2006, pp. 369–382.
13. Pedersen, S. M., Fauntas, S., Sørensen, K. G., Van Evert, F. K., Blackmore B. S. Robotic sowing: economic prospects. *Precision agriculture: Technological and Economic Perspectives*. Ed. by S. M. Pedersen and K. M. Lind. Cham: Springer International Publ., 2017, pp. 167–179. doi: 10.1007/978-3-319-68715-5_8.
14. Sørensen, K. G., Madsen, N. A., Jacobsen, B. H. Scenarios of organic farming: operational analysis and costs for the introduction of innovative technologies. *Development of biosystems*. 2005, vol. 91 (2), pp. 127–137. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2005.03.006.
15. Shockley, J. M., Dillon, D. Assessment of the economic feasibility of the introduction of autonomous field equipment in the production of row crops. *14th International Conference on Precision Agriculture*. Retrieved October 30, 2018. Montreal, Canada: 2018. Available at: <https://www.ispag.org/proceedings/?action=download&item=4749>.

Информация об авторах

Рыбаков А. В. – кандидат физико-математических наук;
Рыбаков И. А. – магистрант;
Арыкбаев Р. К. – доктор экономических наук, профессор.

Information about the authors

Rybakov A. V. – Candidate of Physical and -Mathematical Sciences;
Rybakov I. A. – undergraduate;
Arykbayev R. K. – Doctor of Economic Sciences, Professor.

Статья поступила в редакцию 17.05.2022; одобрена после рецензирования 06.07.2022; принята к публикации 30.09.2022.

The article was submitted 17.05.2022; approved after reviewing 06.07.2022; accepted for publication 30.09.2022.