

Научная статья
УДК 519.6:311
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2022-1-99-106>

Моделирование показателей эффективности производства сельхозпродукции с использованием метода Монте-Карло

Юрий Мечеславович Краковский¹, Александр Сергеевич Гуляев²✉

^{1,2}Иркутский государственный университет путей сообщения,
Иркутск, Россия, creyc2008@mail.ru✉

Аннотация. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение вероятностного анализа безубыточности на основе метода Монте-Карло для оценки прогнозных значений показателей эффективности производства сельскохозяйственной продукции на примере производства молока в Иркутской области. Исходными данными для расчета показателей эффективности выбраны следующие: постоянные затраты, переменные затраты на единицу продукции, средняя цена единицы продукции, объем производства молока, размер дотаций. Для оценки эффективности производства молока выбраны следующие показатели эффективности: операционная прибыль, рентабельность дотаций, срок окупаемости дотаций. Описаны функциональные возможности созданного программного обеспечения. Программное обеспечение позволяет проводить тестирование моделей исходных данных, выводить результаты тестирования на интерфейс, а также в визуализированном виде, используя для отображения графики и гистограммы. На основе разработанного программного обеспечения получены точечные и интервальные оценки перечисленных показателей эффективности. Проведена проверка соответствия прогнозного значения операционной прибыли реальным значениям этой прибыли в 2020 г. Установлена релевантность этих значений, реальное значение попало в доверительный интервал, рассчитанный в процессе моделирования. Функционал созданного программного обеспечения позволил с высокой точностью провести оценку прогнозных значений показателей эффективности производства молока. В дальнейшем программное обеспечение можно модернизировать, дополнив его другими вероятностными моделями исходных данных, а также за счет расширения моделируемых показателей эффективности, что позволит более детально проводить оценку прогнозных значений показателей эффективности, в том числе других видов сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: показатели эффективности, вероятностный анализ безубыточности, метод Монте-Карло, окупаемость дотаций, рентабельность дотаций, срок окупаемости, доверительный интервал, производство сельскохозяйственной продукции

Для цитирования: Краковский Ю. М., Гуляев А. С. Моделирование показателей эффективности производства сельхозпродукции с использованием метода Монте-Карло // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2022. № 1. С. 99–106. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2022-1-99-106>.

Original article

Modeling factors of agricultural production efficiency by using Monte Carlo method

Yuri M. Krakovskiy¹, Alexander S. Gulyaev²✉

^{1,2}Irkutsk State Transport University,
Irkutsk, Russia, creyc2008@mail.ru✉

Abstract. Algorithmic and software support for probabilistic break-even analysis based on the Monte Carlo method has been developed to assess the predicted values of indicators of the efficiency of agricultural production, using the example of milk production in the Irkutsk region. The initial data for calculating the efficiency indicators are the following: fixed costs; variable costs per unit of output; average unit price; milk production; the amount of subsidies. To assess the efficiency of milk production, the following performance indicators are selected: operating profit, profitability of subsidies, payback period of subsidies. The functionality of the created software is described. The software helps test the models of the initial data, display the test results on the interface, as well as in visualized form, using graphs and histograms to display. Based on the developed software there have been obtained the point and interval estimates of the listed efficiency indicators. A check of the compliance of the forecast value of operating profit with the real value of this profit in 2020 was carried out. There has been stated a relevance of these values, the real value fell into the confidence interval defined during the simulation. The functionality of the created software made it possible

to assess with high accuracy the predicted values of milk production efficiency indicators. In the future, the software can be upgraded by supplementing it with other probabilistic models of the initial data, as well as by expanding the modeled efficiency indicators, which will allow for a more detailed assessment of the predicted values of efficiency indicators including other types of agricultural products.

Keywords: efficiency factors, probabilistic break-even analysis, Monte Carlo method, payback of subsidies, profitability of subsidies, payback period, confidence interval, manufacturing agricultural products

For citation: Krakovskiy Yu. M., Gulyaev A. S. Modeling factors of agricultural production efficiency by using Monte Carlo method. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2022;1:99-106. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-99-106>.

Введение

Учитывая важность производства сельскохозяйственной продукции в регионах, координация этого направления осуществляется министерствами сельского хозяйства (МСХ). В Иркутской области МСХ также оказывает государственную поддержку предприятиям при производстве зерна, молочной продукции и другой сельхозпродукции. Для этого специалистам министерства необходимо иметь представление о прогнозируемом количестве сельхозпродукции и уметь проводить ее количественный анализ [1]. Учитывая, что производство сельхозпродукции осуществляется в условиях неопределенности, при оценке показателей эффективности (ПЭ) необходимо использовать вероятностно-статистические методы [2]. В статье описано применение вероятностного анализа безубыточности (ВАБ) на основе метода Монте-Карло (ММК). В качестве сельхозпродукции выбрано молоко как важнейший продукт для любого региона нашей страны [3].

Исходными данными для вычисления ПЭ являются объем производства молока (V), тыс. т; средняя цена единицы продукции (S), млн руб./тыс. т; переменные затраты (X), млн руб./тыс. т; постоянные затраты (Y), млн руб.; размер дотаций (D), млн руб. В условиях неопределенности эти исходные данные являются случайными величинами, для которых экспертным путем выбираются вероятностные модели в виде функций распределения. При ВАБ с использованием ММК моделируются значения исходных данных, далее по ним рассчитываются выборочные значения ПЭ. На следующем этапе выборочные значения ПЭ обрабатываются с использованием стандартных средств математической статистики [4]. Подобный подход апробирован при управлении грузовыми перевозками железнодорожным транспортом [5, 6], а также применительно к производству зерна [7].

Целью работы является повышение качества управленческих решений на уровне МСХ при производстве молока сельхозпредприятиями Иркутской области за счет более точного определения прогнозных значений ПЭ, характеризующих это производство.

Выбор показателей эффективности

В данной статье в качестве основных ПЭ производства молока предлагаются следующие.

1. Операционная прибыль (OP), млн руб.:

$$OP = (S - X)V + D - Y,$$

где S – средняя цена единицы продукции, млн руб./тыс. т; X – переменные затраты, млн руб.; V – объем производства молока, тыс. т; D – размер дотаций, млн руб.; Y – постоянные затраты, млн руб.

При использовании ММК для OP определяются точечная и интервальная оценки среднего значения, а также гистограмма частот [8]. Дополнительно определяется операционный риск в виде двух показателей:

– оценки коэффициента вариации

$$v_{o,p} = 100 \cdot S_{o,p} / OOP, \quad (1)$$

где $S_{o,p}$ – оценка среднеквадратического отклонения операционной прибыли; OOP – оценка среднего значения операционной прибыли;

– риска как точечной оценки вероятности (P) специального события:

$$ROP = P(OP < OP_3), \quad (2)$$

где OP_3 – заданное значение операционной прибыли; ROP – точечная оценка риска для операционной прибыли.

2. Рентабельность дотаций в процентах (RD):

$$RD = 100 \cdot OP / D. \quad (3)$$

При использовании ММК для RD определяются точечная и интервальная оценки среднего значения, а также гистограмма частот. Дополнительно определяется риск по показателю рентабельности дотаций (ROD), который представляет собой оценку вероятности события:

$$ROD = P(RD < RD_3), \quad (4)$$

где RD_3 – заданное значение показателя рентабельности дотаций.

3. Срок окупаемости дотаций, в годах, (TD), составляет

$$TD = D / OP. \quad (5)$$

Для срока окупаемости определяются точечная (OTD) и интервальная ($DO1$ и $DO2$) оценки. Интервальная оценка срока окупаемости определяется по формуле [9]

$$DO1 = OTD - B; DO2 = OTD + B;$$

$$B = k_\gamma (\sum_i (bn_i - OOP \cdot br_i)^2)^{1/2} / (n \cdot OOP), \quad (6)$$

где bn_i – выборочные значения по величине дотаций; br_i – выборочные значения по операционной

прибыли; $i=1, \dots, n$; n – объем выборок; k_γ – квантиль нормированного нормального закона для доверительной вероятности γ .

На рис. 1 приведена общая схема реализации ВАБ.



Рис. 1. Общая схема реализации вероятностного анализа безубыточности:
 ИД – исходные данные, поступающие из министерства сельского хозяйства;
 Рез – результаты вероятностного анализа безубыточности в виде прогнозных значений различных показателей эффективности

Fig. 1. The general scheme for the implementation of probabilistic break-even analysis:
 ИД – Initial data submitted by the Ministry of Agriculture; Рез – Result of probabilistic break-even analysis in the form of predictive indicators of efficiency indicators

Использование исходных данных описано ниже, в разделе «Результаты вычислений», где определяются параметры вероятностных моделей, описывающих исходные данные как случайные величины; с использованием полученных параметров осуществляется моделирование значений исходных данных, которые затем используются при вычислении показателей эффективности. Эти показатели используются при принятии управленческих решений, что повышает их качество.

Программная реализация

Для реализации ВАБ на основе ММК создано программное обеспечение «Моделирование производства сельскохозяйственной продукции» в среде разработки PyCharm [10]. При создании этого обеспечения выбран язык программирования Python [11].

Работа программного обеспечения «Моделирование производства сельскохозяйственной продукции» начинается с окна для ввода исходных данных и выбора решаемых функций (рис. 2).

Рис. 2. Окно для ввода исходных данных и выбора решаемых функций

Fig. 2. Window for input of initial data and selection of functions to be solved

Для каждого исходного данного как случайной величины выбирается закон распределения из заданного списка и вводятся значения двух числовых характеристик в виде математического ожидания и коэффициента вариации. При необходимости список законов распределения можно изменить и расширить.

Блок «Решаемые функции» состоит из следующих функций:

1. «Объем выборки». Функция позволяет задать требуемый объем выборки для моделирования.

2. «Загрузить исходные данные из Excel». Позволяет загрузить исходные данные из заранее подготовленного файла Excel, что существенно сокращает время для ввода исходных данных.

3. «Найти параметры». Функция позволяет

произвести расчет значений параметров по выбранным законам распределения (полученные значения параметров приведены на рис. 1). В дальнейшем эти параметры используются в алгоритмах моделирования исходных данных.

4. «Изменить исходные данные». Применяется, когда необходимо изменить утвержденные исходные данные.

5. «Тестирование моделей исходных данных». Эта функция позволяет открыть окно тестирования выбранных моделей, где соответствующей галочкой отмечаются те модели, которые требуют тестирования, после чего кнопкой «Тестировать» запускается процесс тестирования (рис. 3).



Рис. 3. Окно результатов тестирования

Fig. 3. Test results window

Результаты тестирования по каждой выбранной модели выводятся в виде точечных оценок математического ожидания, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации, а также в виде доверительного интервала для математического ожидания. Значения математических ожиданий исходных величин должны попасть в полученные доверительные интервалы. Для каждой модели можно вывести гистограмму частот. Есть возможность вывода всех гистограмм в одно отдельное окно для наглядности.

После тестирования по кнопке «Возврат» можно вернуться к предыдущему окну, откуда уже перейти к выбору задачи моделирования.

6. Функция «Перейти к выбору задачи» открывает окно со списком задач, где можно выбрать одну из следующих задач моделирования ПЭ:

- точка безубыточности;
- операционная прибыль;

- рентабельность дотаций;
- срок окупаемости дотаций (в годах).

После выбора нужного ПЭ из списка запускается процесс вычисления этого ПЭ.

Далее представлены результаты вычислений выбранных ПЭ при производстве молока.

Результаты вычислений

Опираясь на литературные источники [4, 12], в качестве вероятностных моделей для исходных данных мы выбрали следующие двухпараметрические законы (табл. 1): нормальное распределение $N(a, b)$; равномерное распределение $R(a, b)$; логнормальное распределение $Ln(a, b)$; распределение Бирнбаума–Саундерса $BS(a, b)$; при этом a, b – параметры распределений, которые вычисляются методом моментов; mi – средние значения; kv – коэффициенты вариации.

Таблица 1

Table 1

Модели исходных данных
 Initial data models

Исходные данные	Y	X	S	V	D
Закон	$N(a, b)$	$N(a, b)$	$Ln(a, b)$	$BS(a, b)$	$R(a, b)$
mu	1 140,736	22,410	30,915	134,123	300,00
kv	0,10	0,08	0,08	0,07	0,05

Средние значения взяты из сведений МСХ Иркутской области по производству молока сельхозпредприятиями за 2020 г. [13]. Коэффициенты вариации выбраны экспертно, чтобы описать случайность исходных данных.

Значения этих коэффициентов выбраны в пределах 5–10 %.

Объем выборок в исследовании равен 10 000, этот объем обеспечивает требуемую точность вычислений [14]. В табл. 2 приведены результаты вычислений.

Таблица 2

Table 2

Результаты вычислений

Calculation results

Показатель эффективности	OP, млн руб.	RD, %	TD, в годах
Точечная оценка среднего значения	301,75	99,9	1,0
Левая граница доверительного интервала	297,461	98,4	0,98
Правая граница доверительного интервала	306,049	101,3	1,02
Значения ПЭ, полученные вычислением по средним значениям, заданным в исходных данных	300,0	100,0	1,00

В доверительном интервале с вероятностью 0,95 находится неизвестное среднее значение ПЭ. Моделирование осуществляется в начале года, когда истинное значение ПЭ неизвестно.

За 2020 г. реальное значение операционной прибыли равно 300,0 млн руб. Это значение попало в доверительный интервал (см. табл. 2), что подтверждает адекватность работы созданного алгоритмического и программного обеспечения.

Операционный риск в виде оценки коэффициента вариации (1) равен 141,6 %. Он существенно больше коэффициентов вариации исходных данных.

Точечная оценка операционного риска (2) при $OP_3 = 0$ равна 0,240, а доверительный интервал для операционного риска равен 0,220–0,260. Таким образом, из-за неопределенности процесса производства молока и случайности исходных данных появляется вероятность убытка (0,240).

Для визуализации результатов моделирования в программном обеспечении реализован вывод результатов в виде гистограмм и графиков. На рис. 4 приведена гистограмма частот операционной прибыли.

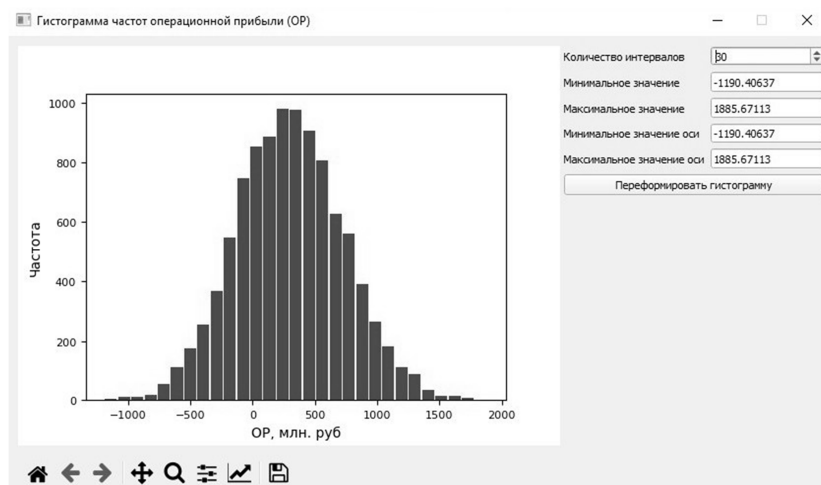


Рис. 4. Гистограмма частот операционной прибыли

Fig. 4. Operating profit frequency histogram

Из графика видно, что операционная прибыль как случайная величина имеет большой диапазон значений, и это надо учитывать при принятии управленческих решений. Точечная оценка показателя рентабельности дотаций (3) равна 101,6 %. Показатель рентабельности дотаций характеризует эффективность государственных вложений, т. к. дотации компенсируют понесенные издержки и покрывают производственные убытки, что позволяет предотвратить банкротство предприятия. Если показатель выше нуля, это указывает на прибыльность от вложенных дотаций, а если ниже, то на убыточность. В нашем случае оценка показателя рентабельности

дотаций 101,6 % означает, что дотации полностью покрывают все издержки и есть существенная прибыль. Необходимо стремиться к тому, чтобы этот показатель был как можно больше нуля.

Точечная оценка показателя риска по рентабельности дотаций (4) равна 0,242 при заданном значении RD_3 , равном 0. Чем меньше значение риска по показателю рентабельности дотаций, тем больше вероятность того, что в процессе деятельности будет получен заданный уровень рентабельности дотаций.

На рис. 5 приведена гистограмма частот рентабельности дотаций.

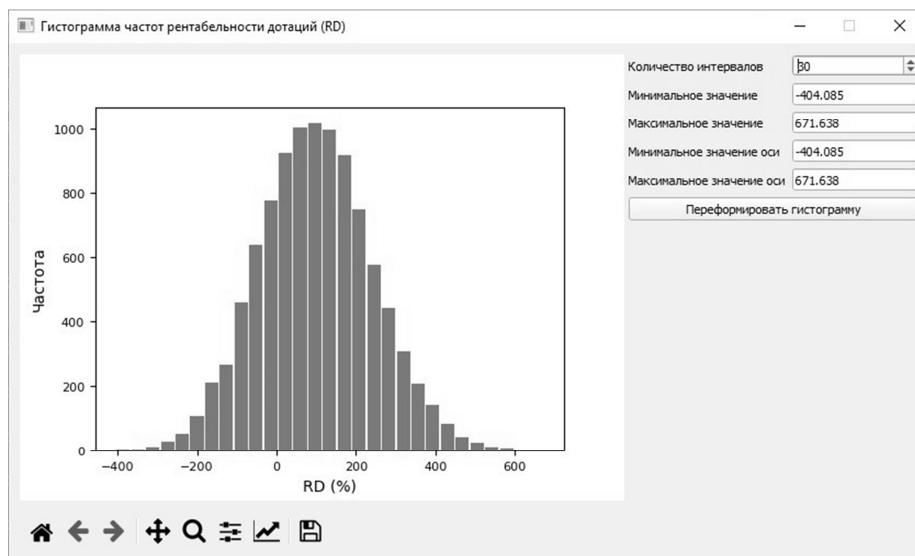


Рис. 5. Гистограмма частот рентабельности дотаций

Fig. 5. Histogram of the frequencies of subsidy profitability

Гистограмма рентабельности дотаций имеет симметричный вид, значения рентабельности дотаций имеют значительный диапазон, включая отрицательные значения. Этот факт подтверждается и значением оценки риска по рентабельности дотаций, равной 0,242. Наличие отрицательной рентабельности необходимо учитывать при принятии управленческих решений.

Точечная оценка срока окупаемости дотаций (5) равна одному году, а доверительный интервал для срока окупаемости (6) – 0,98–1,01. При выбранных исходных данных окупаемость дотаций оценивается как достаточно высокая.

Заключение

Созданное алгоритмическое и программное обеспечение ВАБ на основе ММК позволяет повысить качество принятия управленческих решений за счет количественной оценки ПЭ при производстве сельскохозяйственной продукции, включая производство молока. В качестве ПЭ выбраны

операционная прибыль, рентабельность дотаций, срок окупаемости дотаций. В ходе проверки соответствия прогнозного значения операционной прибыли реальному значению этой прибыли в 2020 г. (по данным МСХ Иркутской области) установлена близость этих значений (реальное значение попало в доверительный интервал, полученный в процессе моделирования). Таким образом, проверена и подтверждена адекватность результатов моделирования и реальных значений.

Данное исследование можно расширить в двух направлениях: 1) рассмотрев другие виды сельскохозяйственной продукции (например, производство мяса в регионе); 2) увеличить число показателей эффективности (например, исследовать точку безубыточности производства определенного вида сельскохозяйственной продукции).

Таким образом, разработанный ВАБ на основе ММК является эффективным средством повышения управленческих решений для региональных министерств сельского хозяйства.

Список источников

1. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: моногр.: в 2 ч. / под ред. Я. М. Иваньо, Н. Н. Дмитриева. Иркутск: Мегапринт, 2019. Ч. 1. 319 с.

2. Куликов В. Е. Теоретические проблемы моделирования хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях неопределенности // Экономика и управление: проблемы, анализ тенденций и перспектив развития: сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23 января – 22 февраля 2018 г.). Новосибирск: ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2018. С. 118–126.

3. Иваньо Я. М. Динамика и прогнозирование основных показателей аграрного производства в Иркутской области // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Иркутск, 21–22 мая 2020 г.). Иркутск: Изд-во Иркут. ГАУ, 2020. 400 с.

4. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. СПб.: Питер, 2004. 847 с.

5. Краковский Ю. М., Домбровский И. А. Вероятностный анализ безубыточности грузовых перевозок на основе метода Монте-Карло // Изв. Транссиба. 2013. № 1 (13). С. 125–130.

6. Краковский Ю. М., Каргапольцев С. К., Начигин В. А. Моделирование перевозочного процесса железнодорожным транспортом: анализ, прогнозирование, риски / под ред. проф. Ю. М. Краковского. СПб.: ЛИТЕО, 2018. 240 с.

7. Краковский Ю. М., Гуляев А. С. Исследование производства зерна с помощью вероятностного анализа

безубыточности // Актуальные вопр. аграр. науки. 2019. № 30. С. 53–58.

8. Краковский Ю. М., Гуляев А. С. Вычисление показателей эффективности при производстве зерна и зернобобовых культур на основе метода Монте-Карло // Инженер. вестн. Дона. 2021. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6820 (дата обращения: 13.02.2021).

9. Кокрен У. Методы выборочного исследования. М.: Статистика, 1976. 440 с.

10. Краковский Ю. М., Гуляев А. С. Программное обеспечение для вероятностного анализа безубыточности сельскохозяйственной продукции // Байкал. вестн. DAAD. 2021. № 1. С. 151–157.

11. Маккинли У. Python и анализ данных / пер. с англ. А. А. Слинкин. М.: ДМК Пресс, 2015. С. 93–125.

12. Асалханов П. Г., Иваньо Я. М., Полковская М. Н. Модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в задачах параметрического программирования // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2017. Т. 21. № 2. С. 57–66.

13. Краковский Ю. М., Гуляев А. С. Оценка показателей производства молока на основе метода Монте-Карло // Актуальные вопросы аграрной науки. 2021. № 40. С. 53–60.

14. Краковский Ю. М., Селиванов А. С. Обоснование объема выборки для метода Монте-Карло на основе множественного ранжирования // Вестн. Иркут. гос. с.-х. академ. 2013. № 58. С. 109–116.

References

1. Sistema vedeniia sel'skogo khoziaistva Irkutskoi oblasti: monografiia: v 2 ch. [System of agriculture in Irkutsk region: monograph: in 2 parts]. Pod redaktsiei Ia. M. Ivan'o, N. N. Dmitrieva. Irkutsk, Megaprint Publ., 2019. Part 1. 319 p.

2. Kulikov V. E. Teoreticheskie problemy modelirovaniia khoziaistvennoi deiatel'nosti sel'skokhoziaistvennykh predpriatii v usloviiakh neopredelennosti [Theoretical problems of modeling economic activity of agricultural enterprises in conditions of uncertainty]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, analiz tendentsii i perspektiv razvitiia: sbornik materialov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Novosibirsk, 23 ianvaria – 22 fevralia 2018 g.)*. Novosibirsk, ООО «Tsentr razvitiia nauchnogo sotrudnichestva», 2018. Pp. 118-126.

3. Ivan'o Ia. M. Dinamika i prognozirovanie osnovnykh pokazatelei agrarnogo proizvodstva v Irkutskoi oblasti [Dynamics and forecasting main indicators of agricultural production in Irkutsk region]. *Klimat, ekologiia, sel'skoe khoziaistvo Evrazii: materialy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Irkutsk, 21–22 maia 2020 g.)*. Irkutsk, Izd-vo Irkutskii GAU, 2020. 400 p.

4. Kel'ton V., Lou A. *Imitatsionnoe modelirovanie* [Simulation modeling]. Saint-Petersburg, Piter Publ., 2004. 847 p.

5. Krakovskii Iu. M., Dombrovskii I. A. Veroiatnostnyi analiz bezubytochnosti gruzovykh perezovok na osnove metoda Monte-Karlo [Probabilistic break-even analysis of freight traffic based on Monte Carlo method]. *Izvestiia Transsiba*, 2013, no. 1 (13), pp. 125-130.

6. Krakovskii Iu. M., Kargapol'tsev S. K., Nachigin V. A. *Modelirovanie perezovochnogo protsessa zheleznodorozhnym transportom: analiz, prognozirovanie,*

riski [Modeling transportation process by railway transport: analysis, forecasting, risks]. Pod redaktsiei prof. Iu. M. Krakovskogo. Saint-Petersburg, LIITEO Publ., 2018. 240 p.

7. Krakovskii Iu. M., Guliaev A. S. Issledovanie proizvodstva zerna s pomoshch'iu veroiatnostnogo analiza bezubytochnosti [Research of grain production using probabilistic break-even analysis]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki*, 2019, no. 30, pp. 53-58.

8. Krakovskii Iu. M., Guliaev A. S. Vychislenie pokazatelei effektivnosti pri proizvodstve zerna i zemobobovykh kul'tur na osnove metoda Monte-Karlo [Calculating efficiency parameters in production of grain and leguminous crops by using Monte Carlo method]. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 2021, no. 2. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6820 (accessed: 13.02.2021).

9. Kokren U. *Metody vyborochnogo issledovaniia* [Methods of sampling]. Moscow, Statistika Publ., 1976. 440 p.

10. Krakovskii Iu. M., Guliaev A. S. Programmnoe obespechenie dlia veroiatnostnogo analiza bezubytochnosti sel'skokhoziaistvennoi produktsii [Software for probabilistic analysis of break-even of agricultural production]. *Baikal'skii vestnik DAAD*, 2021, no. 1, pp. 151-157.

11. Makkinli U. *Python i analiz dannykh* [Python and Data Analysis]. Moscow DMK Press, 2015. Pp. 93-125.

12. Asalkhanov P. G., Ivan'o Ia. M., Polkovskaia M. N. Modeli prognozirovaniia urozhainosti sel'skokhoziaistvennykh kul'tur v zadachakh parametricheskogo programmirovaniia [Models for predicting yield of agricultural crops in problems of parametric programming]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 57-66.

13. Krakovskii Iu. M., Guliaev A. S. Otsenka pokazatelei proizvodstva moloka na osnove metoda Monte-Karlo [Assessment of milk production indicators by using Monte Carlo method]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki*, 2021, no. 40, pp. 53-60.

14. Krakovskii Iu. M., Selivanov A. S. Obosnovanie

ob"ema vyborke dlia metoda Monte-Karlo na osnove mnozhestvennogo ranzhirovaniia [Substantiation of sample size for Monte Carlo method based on multiple ranking]. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2013, no. 58, pp. 109-116.

Статья поступила в редакцию 08.11.2021; одобрена после рецензирования 16.12.2021; принята к публикации 29.12.2021
The article is submitted 08.11.2021; approved after reviewing 16.12.2021; accepted for publication 29.12.2021

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Мечеславович Краковский – доктор технических наук; профессор кафедры информационных систем и защиты информации; Иркутский государственный университет путей сообщения; Иркутск, ул. Чернышевского, 15; 79149267772@yandex.ru

Александр Сергеевич Гуляев – аспирант кафедры информационных систем и защиты информации; Иркутский государственный университет путей сообщения; Иркутск, ул. Чернышевского, 15; creyc2008@mail.ru

Yuri M. Krakovskiy – Doctor of Technical Sciences; Professor of the Department of Information Systems and Information Security; Irkutsk State Transport University; Irkutsk, Chernyshevsky street, 15; 79149267772@yandex.ru

Alexander S. Gulyaev – Postgraduate Student of the Department of Information Systems and Information Security; Irkutsk State Transport University; Irkutsk, Chernyshevsky street, 15; creyc2008@mail.ru

