

10. Decree of the President of the Russian Federation No. 400 dated 02.07.2021 "On the National Security Strategy of the Russian Federation". (In Russ.).

11. Decree of the President of the Russian Federation No. 512 dated 31.07.2022 "On Approval of the Maritime Doctrine of the Russian Federation". (In Russ.).

12. Zhikharevich B. S. Risks and threats in the strategies of Russian regions // Regional Economics. South of Russia. 2020;8,4:19–29. (In Russ.).

Информация об авторе

О. Б. Ильина – кандидат экономических наук, доцент ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет"

Information about the authors

O. B. Ilina – Candidate of economic sciences, Associate professor of INOTECU FGBOU VO "Kaliningrad State Technical University"

Статья поступила в редакцию 23.08.2023; одобрена после рецензирования 24.08.2023; принята к публикации 26.08.2023.

The article was submitted 23.08.2023; approved after reviewing 24.08.2023; accepted for publication 26.08.2023.

Балтийский экономический журнал. 2023. № 3(43). С.37-47.

Baltic Economic Journal. 2023. No. 3(43). P. 37-47.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 338.45

doi:10.46845/2073-3364-2023-0-3-37-47

Методология имитационного моделирования бизнес-процессов океанического промысла

Виктор Михайлович Муров¹

Анатолий Михайлович Карлов²

^{1, 2}ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ", Калининград, Россия

¹murchic@mail.ru

²anatolij.karlov@klgtu.ru

Аннотация. Успешная реализация технологических схем добычи водных биоресурсов в немалой степени зависит от прогноза эффективности рыбодобывающих судов во время океанического промысла на основе имитационных моделей производственных бизнес-процессов. В статье предложен алгоритм создания и разработки имитационных моделей основных бизнес-процессов добычи водных биоресурсов, начиная с содержательного описания процесса и заканчивая конкретной документацией по использованию модели в практических условиях океанического промысла.

Ключевые слова: имитационное моделирование, содержательное описание, бизнес-процессы, средние значения, дисперсия, производственный цикл, закон распределения случайных величин и их плотность, математическая модель, имитационная модель, верификация модели, рыбопромышленная компания, рыболовецкие суда

Для цитирования: Муров В. М., Карлов А. М. Методология имитационного моделирования бизнес-процессов океанического промысла // Балтийский экономический журнал. 2023. № 3(43). С. 37-47. <http://dx.doi.org/10.46845/2073-3364-2023-0-3-37-47>

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Original article

Methodology of simulation modeling of ocean fishing business processes

Viktor M. Murov¹

Anatolij M. Karlov²

^{1, 2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹murchic@mail.ru

²anatolij.karlov@klgtu.ru

Abstract. The successful implementation of technological schemes for the extraction of aquatic biological resources largely depends on the forecast of the efficiency of fishing vessels during oceanic fishing based on simulation models of production business processes. The article proposes an algorithm for creating and developing simulation models of the main business processes of the extraction of aquatic biological resources, starting with a meaningful description of the process and ending with specific documentation on the use of the model in practical conditions of oceanic fishing.

Keywords: simulation modeling, meaningful description, business processes, averages, variance, production cycle, distribution law of random variables and their density, mathematical model, simulation model, model verification, fishing company, fishing vessels

For citation: Murov V. M., Karlov A. M. Methodology of simulation modeling of ocean fishing business processes // Baltic Economic Journal. 2023;3(43):37-47. (In Russ.).<http://dx.doi.org/10.46845/2073-3364-2023-0-3-37-47>

Имитационное моделирование (imitio – образ, изображение, копия – лат.) [2] представляет один из самых мощных инструментов оценки эффективности производственных бизнес-процессов.

Наиболее полное определение имитации производственных процессов дано у Р. Шеннона [8], по которому имитационное моделирование представляет собой процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы (бизнес-процесса), либо оценить (в рамках ограничений и влияющих факторов, накладываемых совокупностью критериев) варианты развития производственной системы, обеспечивающие ее эффективное функционирование.

Основное назначение имитационного моделирования состоит в адекватном отображении производственных бизнес-процессов, протекающих на судах в конкретных условиях океанического промысла. Для повышения эффективности основных и обслуживающих бизнес-процессов судов

рыболовецких компаний с сохранением их логической структуры, последовательности протекания во времени, при известной исходной информации и начальных условиях осуществляется их прогнозирование, что позволяет установить степень влияния изменения входных параметров на конечные показатели эффективности добычи водных биоресурсов [1, 2].

Бизнес-процессы на судах океанического промысла при добыче водных биоресурсов подвержены влиянию большого числа природных факторов, присущих Мировому океану, являются случайными и в основном немарковскими, поэтому построение аналитических моделей добычи морепродуктов с целью оценки их эффективности представляется нецелесообразным из-за весьма громоздких и сложных выкладок.

Наиболее плодотворным представляется использование статистических методов, при которых протекание производственных бизнес-процессов, например, при траловой форме добычи морепродуктов, моделируется с помощью специального алгоритма, который позволяет имитировать их с учетом взаимодействия между основными и обслуживающими бизнес-процессами с учетом влияния случайных факторов. Моделирование самого случайного явления, например, времени наполнения тралового мешка, производится с помощью специальной процедуры, дающей одно случайное значение параметра. Выполнив такую процедуру достаточное количество раз, имеем одну реализацию длительности наполнения тралового мешка. Получив множество таких реализаций и обработав их методами математической статистики, определим усредненные временные параметры составляющих работ бизнес-процесса в целом.

Имитация исследуемого бизнес-процесса на компьютере происходит при обязательном сохранении его логической структуры с учетом максимального числа факторов, влияющих на протекание этих процессов в реальных условиях. Статистическое моделирование используется для оценки и прогнозирования оптимальных параметров основных и обслуживающих бизнес-процессов в процессе их взаимодействия во времени, выработки рекомендаций по совершенствованию организации работ и повышению эффективности бизнес-процессов океанического промысла.

Проверка адекватности модели бизнес-процесса производится сопоставлением имеющихся практических данных промысла с результатами, полученными на модели. Основным критерием при этом является непревышение заранее установленного порога отклонения результатов, полученных на модели, от практических данных промысла.

Процедура имитационного моделирования позволяет включать в модель случайную динамику протекания составляющих работ бизнес-процессов в течение промыслового времени добычи морепродуктов. Вводя в модель исходные данные и начальные условия, можно имитировать протекание во времени составляющих работ бизнес-процессов, как основных, так и обслуживающих, оценивать структуру и эффективность их функционирования по различным критериям, установить влияние входных параметров и начальных условий на конечные результаты моделирования.

При разработке вероятностной имитационной модели необходимо выяснить, можно ли применять непосредственно эмпирические статистические данные в качестве исходных или использовать их аппроксимацию каким-то теоретическим распределением [1, 4, 7, 9]. Использование эмпирических данных ведет к тому, что в модель будут заложены все неувязки исследуемого на этот момент бизнес-процесса, включая ошибки наблюдения. Поэтому целесообразно использование обоснованных теоретических законов распределения времени траления морепродуктов, что позволяет исключить указанные ошибки. Обеспечение генерирования случайных величин составляющих работ бизнес-процессов, заданных с определенной плотностью и имеющих числовые характеристики, производится в два этапа:

- а) генерация равномерно распределенных величин от 0 до 1;
- б) получение одной случайной величины с заданной плотностью распределения и требуемыми параметрами.

Определение числовых значений параметров теоретических законов распределения времени протекания моделируемых бизнес-процессов осуществляется по экспериментально полученному множеству их реализаций. Статистическая обработка множества этих реализаций позволяет получить статистические оценки искомых характеристик, такие как средние значения $T_{ц}$ длительности цикла и его дисперсии $DT_{ц}$, включая среднее квадратичное отклонение $\delta T_{ц}$, например, длительности ведения отдельных работ при траловой форме вылова водных биоресурсов, и т. д. Показатели, определяющие усредненные оценки выходных параметров производственного цикла, например, длительности спуска и вытяжки трала на палубное пространство $T_{ц}$, следующие:

$$\bar{T}_{ц} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{цi}, \quad (1)$$

$$DT_{ц} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{цi}^2 - \bar{T}_{ц}^2, \quad (2)$$

$$\delta T_{ц} = \sqrt{DT_{ц}}. \quad (3)$$

Оценки $T_{ц}$, $DT_{ц}$ и $\delta T_{ц}$ являются несмещенными и состоятельными выходными характеристиками имитируемых работ бизнес-процесса, а их точность зависит от числа реализаций модели. В свою очередь, необходимое количество реализаций имитационной модели зависит от значения доверительной вероятности $P_{д}$ и определяется выражением, обоснованным в работах [6, 7, 9]:

$$N_p = \left(\frac{\delta T_{ц}}{\varepsilon} \right) \cdot \left[\Phi^{-1} \left(\frac{1}{2} P_{д} \right) \right]^2, \quad (4)$$

где Φ^{-1} – функция, обратная функции Лапласа; ε – половина доверительного интервала, определяющего точность статистической оценки.

Таблицы значений функции $\Phi^{-1}(P_{д})$ и $\left[\Phi^{-1} \left(\frac{1}{2} P_{д} \right) \right]$ доверительной оценки $T_{ц}$, в зависимости от доверительной вероятности $P_{д}$, предполагают минимальное количество реализаций модели не менее $N_p = 100$, а в среднем количество реализаций считается достаточным согласно источнику [1] при $N_p = 10\,000$.

В таблице представлены расчетные формулы получения случайных значений моделируемых величин с различными плотностями их распределения.

Формулы получения непрерывных случайных величин с различными плотностями распределения [1, 7, 9]

Распределение	Плотность распределения	Формула получения случайной величины
Нормальное	$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ $-\infty \leq y < \infty$	$y' = (\sum_{l=1}^{12} R_{Ul} - 6)\sigma + \mu$
Экспоненциальное	$f(y) = \lambda \cdot e^{-y}$ $0 \leq y < \infty$	$y' = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln R_U$
Стьюдента	$f(y) = \frac{\Gamma(\frac{k+1}{2})}{\Gamma(\frac{k}{2})\sqrt{\pi k}} \cdot (1 + \frac{y^2}{k})^{\frac{k+1}{2}}$ $-\infty \leq y < \infty$	$y' = \frac{R_{Nk+1}V_k}{\sqrt{\sum_{j=1}^k R_{Nj}^2}}$
Хи - квадрат	$f(y) = \frac{1}{2^{\frac{n}{2}}\Gamma(\frac{n}{2})} \cdot y^{\frac{n}{2}-1} \cdot e^{-\frac{y}{2}}$ $0 \leq y < \infty$	$y' = \sum_{l=1}^m R_{Ni}^2$

В таблице: R_N – нормированная случайная величина, имеющая нормальное распределение с $\mu = 0$ и $\sigma = 1$.

$$R_N = \sum_{l=1}^{12} R_{Ul} - 6,$$

где R_U – случайная величина, равномерно распределенная в интервале (0, 1). Если требуется более одного значения, используются обозначения R_{Ni} и R_{Ui} . Все величины берутся независимо друг от друга.

При этом доверительный интервал для оценки математического ожидания $T_{Ц}$ определяется по формуле [1, 2]:

$$E_{\varepsilon T_{Ц}} = \frac{\varepsilon T_{Ц}}{\sqrt{P_B}} \cdot \Phi^{-1}(P_D). \quad (5)$$

Для среднего квадратичного отклонения

$$E_{\varepsilon D T_{Ц}} = \frac{1}{2\varepsilon T_{Ц}} \sqrt{\frac{\mu_4 - \mu_2^2}{Np}} \cdot \Phi^{-1}(P_D), \quad (6)$$

где μ_2, μ_4 – эмпирические центральные моменты второго и четвертого порядка, определяемые из выражения:

$$\mu_K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{Цi} - \bar{T}_{Ц})^K. \quad (7)$$

Для адекватного отображения бизнес-процессов океанического промысла, описываемых имитационными моделями, необходимо объединить в единый алгоритм логику взаимодействия составляющих работ бизнес-процессов вылова водных биоресурсов во времени и пространстве. Сам алгоритм состоит из ряда сегментов, имитирующих выполнение работ бизнес-процессов, координируемый во времени их логической последовательностью протекания океанического промысла.

При разработке и использовании имитационных моделей различных производственных бизнес-процессов можно выделить следующие последовательно выполняемые блоки [3, 5, 7]:

- выбор и обоснование бизнес-процесса имитации и его содержательное описание;
- составление концептуальной модели бизнес-процесса;
- формальное описание составляющих работ имитируемого бизнес-процесса;
- построение формальной модели, описывающей протекание и взаимодействие составляющих работ имитируемого бизнес-процесса;
- разработка имитационной модели бизнес-процесса;
- разработка моделирующего алгоритма, программирование и отладка программы;
- предварительная прогонка имитационной модели;
- планирование имитационных экспериментов с моделью;
- эксплуатация модели.

Содержательное описание каждой из составляющих работ бизнес-процесса начинается с анализа технической документации, имеющейся и используемой экипажами судов рыболовецких компаний для проведения добычи водных биоресурсов в условиях океанического промысла. При этом в содержательном описании необходимо определить цель имитационной модели с приближенной проработкой исходной информации и начальных условий. Целью в нашем случае является имитация структуры основного бизнес-процесса траловой формы добычи морепродуктов и оценка ее эффективности. Основной исходной информацией является продолжительность и характер протекания во времени составляющих работ бизнес-процесса. Вся остальная информация берется из проекта производства работ определенного бизнес-процесса рыбодобывающего судна в конкретных условиях океанического промысла.

При изучении бизнес-процессов добычи морепродуктов с помощью трала установлено, что главным параметром будет время выполнения работ, составляющих бизнес-процесс, таких как спуск, траление и подъем трала, структура взаимодействия которых определяет его продолжительность. К управляемым параметрам можно отнести среднее время восстановления отказов оборудования и элементов сетеснастного вооружения, длительность протекания которых регулируется количеством и численностью ремонтников, что позволяет варьировать интенсивность его восстановления. К неуправляемым параметрам относятся интенсивности поступления отказов, зависящих от состояния внешней среды промысла и обслуживающих звеньев.

Концептуальная модель [2, 7], отражая взгляд исследователя о сущности протекающих работ бизнес-процесса, представляет систематизированное описание взаимодействия их во времени. Концептуальная модель отличается от содержательного описания более высоким уровнем формализации, однако не доходящим до состояния формирования математической модели. При этом формируется внутренняя структура модели бизнес-процесса. Развитие бизнес-процесса во времени описывается в виде аналитических соотношений в явном и неявном виде, формул или уравнений, т. е. производится переход к более

высокому уровню формализации описания бизнес-процесса. При этом также устанавливается степень случайности в протекании каждой из моделируемых работ и рассматриваются методы оценки эффективности бизнес-процесса в целом.

На основе содержательного описания модели, а затем и ее концептуализации конкретизируется цель, производится декомпозиция бизнес-процесса на составляющие его работы, устанавливаются начальные условия, исходная информация и ограничения, окончательно выбираются переменные и параметры модели, уточняются критерии эффективности.

Н. П. Бусленко [1, 2] рекомендует производить декомпозицию бизнес-процесса на конечное число работ, сохраняя при этом логику их взаимосвязи, технологическую и организационную обособленность и специфику. Чтобы смоделировать развитие основного бизнес-процесса во времени, составляющие его бизнес-процессы также представляются во времени, с учетом их влияния на основной бизнес-процесс.

В процессе моделирования накладываются ограничения технического характера, которые предполагают, например, верхний предел производительности тралового оборудования, используемого на рыболовецких судах в условиях промысла.

К параметрам модели относятся такие переменные, как продолжительность выполнения отдельных работ бизнес-процесса, среднее время наработки на отказ и его восстановления для каждого из составляющих элементов оборудования при реализации основного бизнес-процесса, законы распределения наработки на отказ и времени восстановления. Входные параметры модели определяются технологическими, техническими, организационными и вероятностными оценками параметров выполнения реальных работ имитируемого бизнес-процесса. В качестве выходных переменных используются параметры, характеризующие эффективность бизнес-процесса с технологической, временной и экономической точки зрения, минимизируя себестоимость этих работ. Сюда же можно отнести оптимизацию структуры последовательности выполнения работ, обеспечивающей минимальную продолжительность, максимальный коэффициент готовности бизнес-процесса, минимальную трудоемкость работ и т. д.

Характеристики модели, задаваемые на начальный момент времени и не изменяемые в процессе ее эксплуатации, принято называть начальными условиями. В первую очередь это относится к пространственным характеристикам модели, т. е. геометрическим параметрам рыболовецких судов, местам промысла в Мировом океане, видам добываемых морепродуктов.

Исходная информация устанавливается во время содержательного описания, однако на этом этапе уточняется ее количественный и качественный состав, диапазон изменения, формат ввода в модель.

К исходным данным, позволяющим учитывать в модели надежность составляющих бизнес-процесс работ, относят среднее время наработки на отказ используемого оборудования и сетеснастного вооружения при траловой форме вылова водных биоресурсов и среднее время его восстановления. Показательный закон для времени наработки на отказ сетеснастного вооружения и нормальный

для времени его восстановления наиболее часто используются при моделировании процессов тралового лова водных биоресурсов на рыболовных судах в условиях океанического промысла. По мере изменения погодных условий, техники и технологии процессов эти законы также могут изменяться, что должно учитываться в модели.

На следующем этапе производится окончательная формализация комплекса составляющих работ бизнес-процесса, представляемая единой структурой в виде математической модели, под которой Н. П. Бусленко [2] понимает совокупность соотношений, однозначно связывающих состояние работ с параметрами бизнес-процесса, исходной информацией и начальными условиями. Эти соотношения увязывают логику взаимодействия работ.

Критерием необходимости учета случайного характера протекания самого бизнес-процесса и составляющих его работ может служить определенный уровень коэффициента вариации производственного цикла спуска и подъема трала, превышение которого при анализе и статистической обработке первичных данных потребует включения в модель специальной процедуры получения случайной длительности протекания во времени рассматриваемой работы.

Суммарное изменение длительности работ, составляющих бизнес-процесс ΔT_D в течение производственного цикла (например, спуска и подъема трала), будет определяться выражением:

$$\Delta T_D = \sum_{i=1}^{P_{PH}} (t_{PHI} - \bar{t}_{PHI}), \quad (8)$$

где P_{PH} – количество работ, учитываемых в модели бизнес-процесса, имеющих случайный характер протекания во времени; t_{PHI} – случайное значение длительности протекания i -й работы бизнес-процесса, ед. времени, $i=1,2,\dots, P_{PH}$; $\bar{t}_{PHI}$ – среднее значение длительности протекания i -й работы бизнес-процесса, ед. времени.

В случае превышения случайной длительности протекания i -й работы бизнес-процесса над его средним значением помимо его увеличения, имеет место простой или ожидание их окончания для начала сопряженной с ней другой работы, и наоборот, при длительности протекания i -й работы меньше чем $\bar{t}_{PHI}$ ($\Delta T_D < 0$) сопряженная с ней другая работа может начаться раньше. Простой в выполнении работ в модели учитывается, когда они обусловлены отказами сетеснастного вооружения, и для их устранения требуются дополнительные операции. Это позволяет учитывать ненадежность оборудования составляющих работ, используемых при реализации бизнес-процесса, выражающуюся в потоке отказов и восстановлений и, соответственно, увеличивающую длительность протекания работ в производственном цикле спуска и подъема трала. Данное увеличение ΔT_H определяется из выражения:

$$\Delta T_H = \sum_{j=1}^{I_{\Delta}} \bar{\lambda}_j \bar{t}_{BJ}, \quad (9)$$

где $\bar{\lambda}_j$ – средняя интенсивность поступления отказов от j -го элемента оборудования работы, используемого в бизнес-процессе в процессе его реализации, ед./ед. времени; $\bar{t}_{BJ}$ – среднее время восстановления отказа от j -го

элемента оборудования работы бизнес-процесса, ед. времени; n_o – количество единиц оборудования, используемого при реализации бизнес-процесса.

Тогда общее изменение производственного цикла подсистемы, позволяющее учитывать динамику выполнения работ и надежность составляющих работ используемого оборудования, определится из выражения:

$$\Delta T_{\Pi}^{PH} = \Delta T_H + \Delta T_D = \sum_{j=1}^{I_o} \bar{\lambda}_j \bar{t}_{BJ} + \sum_{l=1}^{n_{PH}} (t_{PHl} - \bar{t}_{PHl}). \quad (10)$$

Включение в алгоритм выражения (10) с соответствующей процедурой его выполнения превращает математическую модель в имитационную.

При разработке моделирующего алгоритма, в процессе реализации которого происходит преобразование математической модели в имитационную, используют языки программирования Java, JavaScript, Python, Ruby и др.

Верификация разработанной имитационной модели состоит в проверке соответствия ее алгоритма структуре реального бизнес-процесса, и в случае соответствия созданная модель во всех ситуациях будет правильно отражать поведение реальных бизнес-процессов на основе использования предложенных в работах [1, 7] методов.

При испытании имитационной модели, например, траловой формы добычи морепродуктов, прежде всего сравнивают, насколько адекватно она отражает реальный бизнес-процесс. Для этого накапливают представительные статистические данные о входных переменных моделируемого бизнес-процесса. Проверка адекватности модели реальному бизнес-процессу проводится путем сравнения:

- а) средних значений выходных переменных имитационной модели и фактических параметров реального бизнес-процесса;
- б) дисперсий отклонений выходных параметров модели от статистических данных дисперсий отклонений выходных параметров реального бизнес-процесса [3, 7, 8].

В случае невыполнения перечисленных выше условий об адекватности модели реальному бизнес-процессу переходят к ее калибровке [2], т. е. начинают корректировать саму модель. В ходе калибровки модели бизнес-процесса можно проводить следующие изменения: структурные в виде добавления новых работ; локальные в виде изменения некоторых параметров, корректируемых при калибровке. На любом из перечисленных этапов минимизируется погрешность моделирования, т. е. разность между средними значениями входных переменных, начальных условий и т. д. Если в результате выполнения всех этих требований адекватность модели реальному бизнес-процессу не будет достигнута, необходимо создавать модель заново, начиная с содержательного описания.

Количественно устойчивость результатов моделирования измеряется дисперсией выходных параметров модели. Если дисперсия выходных параметров модели при увеличении времени моделирования не увеличивается, следовательно, результаты имитационной модели устойчивы.

Для исследования чувствительности модели к изменению входных параметров интервалом варьирования задаются изменения каждого из этих параметров и оцениваются изменения выходных параметров модели при изменении входных параметров. Если выходная переменная меняется в

небольшом интервале, степень этого влияния незначительна. В таком случае можно исключить эту переменную из модели.

Исходя из вышеприведенного, можно сделать вывод, что имитационное моделирование позволяет наиболее адекватно представить структуру производственных бизнес-процессов рыбопромысловых предприятий, и на этой основе делать эффективные прогнозы их совершенствования и развития с целью использования во время океанического промысла.

Список источников

1. Бусленко Н. П. Лекции по теории сложных систем. Москва: Наука, 1979. 329 с.
2. Бусленко Н. П. Метод статистического моделирования. Москва: Статистика, 1970. 145 с.
3. Кобелев Н. Б., Девятков В. В., Половников В. А. Имитационное моделирование: учеб. пособие. Москва: ИНФРА-М, 2016. 448 с.
4. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2012. 254 с.
5. Решмин Б. И. Имитационное моделирование и системы управления. Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. 74 с.
6. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. Москва: Альтекс-А, 2004. 384 с.
7. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. Москва: Радио и связь, 1988. 232 с.
8. Шеннон Р. Имитационное моделирование системы – искусство и наука / пер. с англ. Москва: Прогресс, 1978. 418 с.
9. Карлов А. М. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов: учеб. пособие. Москва: КноРус, 2020. 264 с.

References

1. Buslenko N. P. Lectures on the theory of complex systems. Moscow: Nauka, 1979. 329 p. (In Russ.).
2. Buslenko N. P. Method of statistical modeling. Moscow: Statistics, 1970. 145 p. (In Russ.).
3. Kobelev N. B., Devyatkov V. V., Polovnikov V. A. Simulation modeling Moscow: INFRA-M, 2016. 448 p. (In Russ.).
4. Lychkina N. N. Simulation modeling of economic processes. Moscow: SIC INFRA-M, 2012. 254 p. (In Russ.).
5. Reshmin B. I. Simulation modeling and control systems. Vologda: Infra-Engineering, 2016. 74 p. (In Russ.).
6. Ryzhikov Yu. I. Simulation modeling. Theory and technologies. Moscow: Altex-A, 2004. 384 p. (In Russ.).
7. Maksimei I. V. Computer simulation. Moscow: Radio and Communications, 1988. 232 p. (In Russ.).
8. Shannon R. Simulation modeling of the system - Art and science / lane from English. Moscow: Progress, 1978. 418 p.

9. Karlov A. M. Probability theory and mathematical statistics for economists. Moscow: KnoRus, 2020. 264 p. (In Russ.).

Информация об авторах

В. М. Муров – доктор технических наук, профессор, наставник–консультант ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет"

А. М. Карлов – доктор технических наук, профессор ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "Калининградский государственный технический университет",

Information about the authors

V. M. Murov – Doctor of Technical Sciences, Professor, mentor-consultant INOTEKU, Kaliningrad State Technical University

A. M. Karlov – Doctor of Technical Sciences, Professor INOTEKU, Kaliningrad State Technical University

Статья поступила в редакцию 03.09.2023; одобрена после рецензирования 04.09.2023; принята к публикации 05.09.2023.

The article was submitted 03.09.2023; approved after reviewing 04.09.2023; accepted for publication 05.09.2023.

Балтийский экономический журнал. 2023. № 3(43). С. 47-55.

Baltic Economic Journal. 2023. No. 3(43). P. 47-55.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 332.37;338.43.01

doi:10.46845/2073-3364-2023-0-3-47-55

Применение ESG-рейтинга для оценки потенциала агропромышленных предприятий

Дарья Евгеньевна Нагаева¹

Александр Вадимович Иванов²

¹ ООО "Ушаково-Агро", Калининград, Россия

² ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ", Калининград, Россия

¹shubina-darya-00@mail.ru

²aleksandr.ivanov@klgtu.ru

Аннотация. В статье представлен подход к управлению агропромышленным комплексом с помощью применения концепции ESG-рейтинга. Выявлено влияние показателей ESG на эффективность использования потенциала предприятия, а также его преимущество в создании конкурентной стратегии управления предприятием агропромышленного комплекса.