



Методические аспекты оценки экономической привлекательности участия в климатических проектах по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда

Елена А. Колесниченко, ekolesnichenko@live.ru, 0000-0001-5296-7625

Александр Г. Третьяков, alex9393man@gmail.com, 0000-0002-2011-7818

Светлана С. Морковина, tc-sveta@mail.ru, 0000-0003-3776-5181

Елена В. Расцкая, raetskaya@inbox.ru, 0000-0001-9268-8161

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация*

В современных условиях одной из задач выступает поддержание углеродного баланса на планете. Данную цель можно достичь путем участия в климатических проектах. Авторами выдвинута гипотеза, что соотношение объема планируемых затрат на организацию и реализацию климатического проекта на конкретном участке лесного фонда и величины получаемых в итоге углеродных единиц определяет привлекательность того или иного участка для реализации климатических проектов. В статье обосновано, что целесообразность участия в климатическом проекте на конкретном участке определяется его экономической привлекательностью, которая определяется как соотношение доходности и величины ключевой ставки рефинансирования. В соответствии с инструментарием Теории Игр проведена оценка возможных стратегий инвестирования в климатические проекты и предложен алгоритм принятия оптимального управленческого решения об участии в климатическом проекте на конкретном участке лесного фонда с позиций принципа «доминирующей стратегии». Проведен структурно-компонентного анализ процесса формирования привлекательности инвестирования в климатические проекты с применением критерия Байеса-Лапласа и дана геометрическая интерпретация его результатов для различных вариантов соотношения доходности участия в климатических проектах и ключевой ставки рефинансирования. На основе сформированной прогностической модели определены параметры безубыточности участия в климатических проектах – целесообразно участие с доходностью бизнеса более 8,28%.

Ключевые слова: *лесовосстановление, климатические проекты, углеродный баланс, привлекательность лесных участков, земли лесного фонда*

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного контракта №0373100032224000014 от «14» июня 2024 г. на выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Разработка комплекса научно обоснованных мер регулирования по обеспечению низкоуглеродного развития лесного хозяйства в целях достижения показателей Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов».

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.


Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Методические аспекты оценки экономической привлекательности участия в климатических проектах по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда / Е. А. Колесниченко, А. Г. Третьяков, С. С. Морковина, Е.В. Раецкая // Лесотехнический журнал. – 2024. – Т. 14. – № 4 (56). – С. 143-156. – Библиогр.: с. 153-155 (18 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/10>.


Поступила 25.10.2024 Пересмотрена 27.11.2024 Принята 17.12.2024 Опубликовано онлайн 27.12.2024


Article

Methodological aspects of assessing the economic attractiveness of participation in climate projects for reforestation and afforestation on forest lands

Elena A. Kolesnichenko, ekolesnichenko@live.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-5296-7625>

Alexander G. Tretyakov, alex9393man@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-2011-7818>

Svetlana S. Morkovina, tc-sveta@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0003-3776-5181>

Elena V. Raetskaya, raetskaya@inbox.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-9268-8161>

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8 Timiryazeva str., Voronezh, 394087, Russian Federation

Abstract

In modern conditions, one of the tasks is to maintain the carbon balance on the planet. This goal can be achieved by participating in climate projects. The authors hypothesized that the correlation between the volume of planned costs for the organization and implementation of a climate project at a specific forest fund site and the value of the resulting carbon units determines the attractiveness of a particular site for the implementation of climate projects. The article substantiates that the expediency of participating in a climate project on a specific site is determined by its economic attractiveness, which is defined as the ratio of profitability and the value of the key refinancing rate. In accordance with the tools of Game Theory, an assessment of possible investment strategies in climate projects was carried out and an algorithm for making an optimal management decision on participation in a climate project in a specific area of the forest fund was proposed from the standpoint of the principle of "dominant strategy". A structural and component analysis of the process of forming the attractiveness of investing in climate projects using the Bayes-Laplace criterion is carried out and a geometric interpretation of its results is given for various options for the ratio of profitability of participation in climate projects and the key refinancing rate. Based on the formed predictive model, the parameters of break-even participation in climate projects are determined - it is advisable to participate with a business yield of more than 8.28%.

Keywords: *reforestation, climate projects, carbon balance, attractiveness of forest plots, forest fund lands*

Financing: the work was carried out within the framework of state contract No. 0373100032224000014 dated June 14, 2024 for the implementation of research work on the topic: «Development of a set of scientifically based regulatory measures to ensure low-carbon development of forestry in order to achieve the indicators of the Strategy for the socio-economic development of the Russian Federation with a low level of greenhouse gas emissions»

Conflict of interest: the authors declares no conflict of interest.

Acknowledgments: The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of the article.

For citation: Kolesnichenko E. A., Tretyakov A. G., Morkovina S. S., Raetskaya E. V. (2024) Methodological aspects of assessing the economic attractiveness of participation in climate projects for reforestation and afforestation on forest lands. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 14, No. 4(56), pp. 143-156 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/10>.

Received 25.10.2024. Revised 27.11.2024. Accepted 17.12.2024. Published online 27.12.2024.

Введение

В соответствии с российским законодательством предприятия и организации обязаны участвовать в декарбонизации, снижая объемы выбросов парниковых газов. Данную цель можно достичь как путем внесения кардинальных изменений в производственные процессы [1], сокращая объемы выбросов, так и путем участия или реализации климатических проектов. Отметим, что данная проблематика достаточно подробно освещена в работах российских [2-5] и зарубежных авторов [6-9], где обоснована необходимость декарбонизации, исследованы проблемы, перспективы и различные способы участия в климатических проектах.

В рамках данного исследования ключевым вариантом участия в климатическом проекте рассматривается лесовосстановление и обеспечение охраны и защиты лесов от пожаров как факторы поддержания углеродного баланса. Аналогичной позиции придерживаются и такие авторы как Витязь С.Н [10], Григорьева О.И. [11], коллектив авторов под руководством С.С.Морковиной [12-13].

В данном исследовании авторы для обсуждения предлагают гипотезу о том, что соотношение объема планируемых затрат на организацию и реализацию климатического проекта на конкретном участке лесного фонда и величины получаемых в итоге углеродных единиц определяет привлекательность того или иного участка для реализации климатических проектов, на основании чего каждая организация принимает решения об участии в таких проектах, оценивая свои ресурсные возможности.

Данная гипотеза связана с двумя аспектами современных исследований.

Во-первых, усиливается внимание к категории «экономическая доступность», под которой авторами понимается результат оценки возможности эффективного освоения ресурсов на конкретной территории (участке) на основании применения исходного экономического параметра для проведения сравнительного анализа [14]. Более того, по мнению Третьякова А.Г. «применение категории экономической доступности может использоваться при оценке экономического ущерба от отказа от декарбонизации, что позволит избежать плановых ошибок» [15].

Вторым аспектом является выбор базового ключевого параметра для оценки результативности участия в проектах по декарбонизации. По мнению большинства авторов [16], таким параметром должна стать углеродная единица, несмотря на то, что в настоящее время все больше идет речь о монетизации углеродных единиц и, как указывают аналитики, «стоимость работ по регистрации климатического проекта и выпуску углеродных единиц» [17] составляет около 22000 углеродных единиц при стоимости 500 рублей.

В данной связи авторами поставлена задача разработки методики оценки целесообразности участия в климатических проектах по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда с позиций экономической эффективности.

Материалы и методы

В процессе разработки методики авторы основывались на подходе, предложенном А.Г.Третьяковым [15], в рамках реализации которого введена категория «доходность климатических проектов» (f^0), которая выражает планируемый объем прибыли на вложенные инвестиции при участии в реализации климатического проекта (далее – КП) на конкретном участке лесного фонда:

$$f^0 = \frac{f}{H_i}, \quad (1)$$

где f^0 – доходность климатических проектов
 f – прибыль от участия в климатическом проекте, которая определяется:

$$f = \sum E_i * Y \quad (2)$$

где $\sum E_i$ – объем углеродных единиц, произведенных в результате реализации i -го климатического проекта;

Y – стоимость УЕ в конкретный период времени;

$$H_i = Q + Z_i + P_i + V_i + M_i + W_i + Pr \quad (3)$$

где Q – общий объем затрат на восстановление, охрану и защиту лесов за период времени;

Pr – планируемый финансовый результат от участия в проекте;

Z_i – фактические затраты на регистрацию проекта до начала его реализации;

P_i – фактические/планируемые затраты на составление проектно-технической документации;

V_i – фактические/планируемые затраты на валидацию проектно-технической документации и одобрение проекта;

M_i – фактические/планируемые затраты на мониторинг результатов реализации КП;

W_i – фактические/планируемые затраты на верификацию отчета о мониторинге проекта;

$$Q_i = \sum_1^n (S_i * (Q_p + Q_{op} + Q_{ps} + Q_{ts} + Q_{ay} + Q_{ly} + Q_{ol} + Q_{zl} + Q_d)) \quad (4)$$

где S_i – площадь лесовосстановления;

Q_n – затраты на подготовку участка;

Q_{on} – затраты на обработку почвы;

Q_{nc} – затраты на приобретение семян, саженцев;

Q_{mc} – затраты на транспортировку семян, саженцев;

Q_{ay} – затраты на 2-3 агротехнических ухода;

Q_{ly} – норматив затрат на лесоводственный уход;

Q_{ol} – норматив затрат на охрану лесных культур от пожаров;

Q_{zl} – норматив затрат на защиту лесных культур от энтомо-вредителей и фито-болезней.

Q_d – затраты на дополнение.

Целесообразность участия в климатическом проекте на конкретном участке определяется величиной «привлекательность» (J), которая определяется как

$$J = f^0 - f' \quad (5)$$

где f' – значения ключевой ставки рефинансирования ЦБ РФ (далее – СР).

Соответственно, вариативность привлекательности участия в реализации КП на конкретном участке можно отразить в виде схемы (рис. 1).

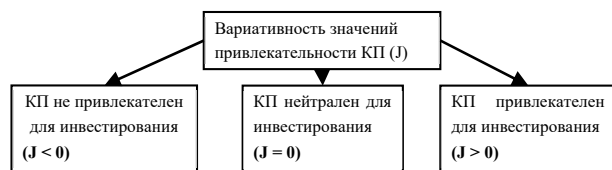


Рисунок 1. Схема вариативности распределения привлекательности климатических проектов для инвестирования

Figure 1. A diagram of the variability in the distribution of the attractiveness of climate projects for investment

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Специфика условий для принятия решений заключается в неопределенности значений ставки рефинансирования (f') в будущем. Однако, как указано в работах Третьякова А.Г. [14,15], такая неопределенность не является абсолютной. Ключевой задачей в сложившихся условиях выступает выявление закономерностей формирования значений СР, что будет носить вероятностный характер. В диссертации Третьякова А.Г. представлены результаты исследования динамики значений СР за период с 1993 по 2022 годы, что позволило выявить закономерности изменения f' . Однако, отметим, что основой анализа динамики изменения СР и применения полученных закономерностей выступает неизменность условий хозяйствования и проведения политики ЦБ РФ. В других ситуациях предлагаемые закономерности не имеют силы и целесообразно принять совершенно иные значения СР. Отметим, что мы согласны с положениями, что «шкала значений ставки рефинансирования может быть поделена на интервалы с граничными значениями, где удельное ее отношение к суммарному значению имеет вероятностный характер» [15]. Соответственно, следует говорить о риске принятия решений об инвестировании, где прогнозируемое значение СР имеет вероятностный характер. Таким образом, наиболее оправданным инструментом принятия оптимальных решений в условиях неопределенности является Теория Игр [18].

Таким образом, в процессе исследования применялся комплекс общенаучных подходов: гипотетико-дедуктивный, абстрактно-логический, структурно-функциональный, комплексный и системный. В процессе проведения исследования были использованы методы экономико-математического моделирования и алгоритмизации процессов, параметрические методы выявления закономерностей, аппарат теории вероятности и теории игр, а именно, применение методов принятия решений в условиях риска, применение критерия Байеса-Лапласа.

Результаты

В соответствии с инструментарием Теории Игр проведена оценка возможных стратегий инвестирования (табл. 1).

Пусть a_1 – стратегия инвестирования в КП;

α_2 – стратегия, в соответствии с которой средства будут направлены в банк в виде вклада.

Таблица 1

Результаты оценки стратегий инвестирования

Table 1

Results of evaluation of investment strategies

1	Ситуации Situations	$(S_0, S_1]^*$	$(S_1, S_2]$	$(S_2, S_3]$	$(S_3, S_4]$
2	α_1	f_{11}^0	f_{12}^0	f_{13}^0	f_{14}^0
3	α_2	f_{21}^0	f_{22}^0	f_{23}^0	f_{24}^0

* в соответствии с методикой А.Г.Третьякова S- временные интервалы

Под «выигрышем» понимаются соответствующие значения f^0 при выборе стратегии α_1 (строка 2) и значения f' при выборе стратегии α_2 (строка 3). Основой принятия решений выступает принцип «доминирования»:

если $f_{1i} \geq f_{2i}$ ($i = 1, 2, 3, 4$) стратегия α_1 является доминирующей;

если $f_{1i} \leq f_{2i}$ ($i = 1, 2, 3, 4$) стратегия α_2 является доминирующей.

Оптимальным управленческим решением будет выбор доминирующей (оптимальной) стратегии, где $\alpha^* = \alpha_j$, если $f_{ji} \geq f_{li}$ ($i = 1, 2, 3, 4; j \neq l$).

Если не выполняется ни одно из условий принципа «доминирования», то применяется байесовский подход к решению поставленной задачи (модифицируется матрица оценки стратегий инвестирования (табл. 2).

$$R_i = \frac{f_i'}{\Delta t_i} \quad (i = 1, 2, 3, 4), \text{ здесь } \sum_{i=1}^4 R_i = 1 \quad (6)$$

Δt_i - соответствующие временные интервалы, которым $\in (S_{i-1}, S_i]$.

Таблица 2

Модифицированная матрица результатов оценки стратегий инвестирования

Table 2

Modified matrix of investment strategy evaluation results

1		$(S_0, S_1]$	$(S_1, S_2]$	$(S_2, S_3]$	$(S_3, S_4]$
2	α_1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
3	α_2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{24}
4	R_i	R_1	R_2	R_3	R_4

S- временные интервалы

Для оценки эффективности каждой стратегии применим критерий Байеса-Лапласа. В этом случае эффективность стратегии α_j зависит от $J(\alpha_j) =$

$$\sum_{i=1}^4 f_{ji} \cdot R_i, \text{ а оптимальная стратегия } \alpha^* \text{ будет определяться: } J(\alpha^*) = \max(J(\alpha_1), J(\alpha_2)) = \max(\sum_{i=1}^4 f_{1i} \cdot R_i ; \sum_{i=1}^4 f_{2i} \cdot R_i) \quad (7)$$

Значения $J(\alpha_1), J(\alpha_2)$ – это математические ожидания (наиболее вероятные средние значения) от f^0 и f' , соответственно. Таким образом, принятие решения об участии в КП в случае его инвестиционной привлекательности можно отразить схемой (рис. 2).

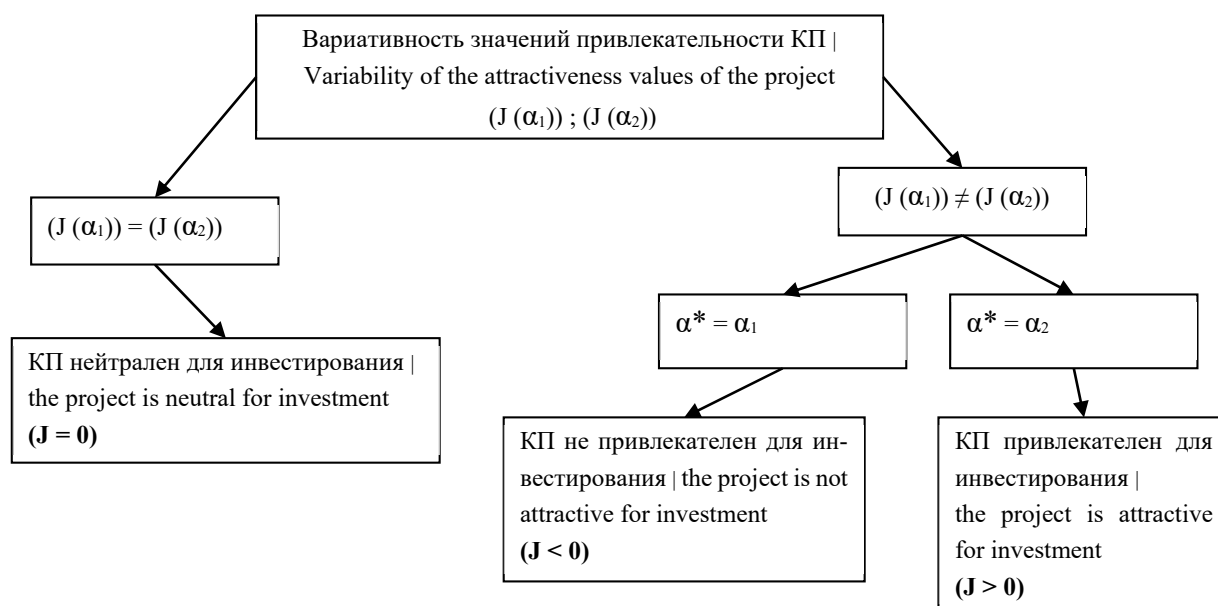


Рисунок 2. Схема вариативности распределения привлекательности КП для инвестирования с применением критерия Байеса-Лапласа

Figure 2. A scheme of variability in the distribution of the attractiveness of project for investment using the Bayes-Laplace criterion

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

Привлекательность для инвестирования в КП определяется исходя из результатов сравнения результатов реализации оптимальной стратегии α^* и величины СР:

$$J = J(\alpha_2) - J(\alpha_1) = \sum_{i=1}^4 f_{2i} \cdot R_i - \sum_{i=1}^4 f_{1i} \cdot R_i$$

$$R_i = \sum_{i=1}^4 (f_{2i} - f_{1i}) \cdot R_i \quad (8)$$

Согласимся с мнением А.Г. Третьякова, что преимущества выбора той или иной стратегии наиболее полно описываются с помощью структурно-компонентного анализа. Более точное представление о преимуществах выбора той или иной стратегии дает структурно-покомпонентный анализ формирования привлекательности инвестирования в КП. Для каждого i -го состояния экономики введем соответствующий параметр $\Delta_i = f_i^0 - f_i'$, ($i = 1, 2, 3, 4$) построим соответствующий ряд распределения (табл. 3).

Таблица 3
Матрица распределения параметров стратегий принятия решений об инвестировании в КП

Table 3
Matrix of distribution of parameters of decision-making strategies for investing in project

1		$(S_0, S_1]$	$(S_1, S_2]$	$(S_2, S_3]$	$(S_3, S_4]$
2	Δ_i	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
3	R	R_1	R_2	R_3	R_4

* S- временные интервалы

Тогда возможны следующие варианты:

$$\text{I. } \begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f_i' \in (S_{i-1}, S_i] \\ \Delta_i > 0, \Delta_i = 0, \Delta_i < 0 \end{cases} \quad \text{II. } \begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f_i' \in (S_{i-1}, S_i] \\ 1 > i, i = 1, 2, 3, \\ \Delta_i > 0 \end{cases} \quad \text{III. } \begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f_i' \in (S_{i-1}, S_i] \\ 1 < i, i = 2, 3, 4 \\ \Delta_i < 0 \end{cases}$$

Наличие таких вариантов обусловлено тем, что в хозяйствующей деятельности периоды стабильности сменяются периодами нестабильности, что обусловлено принципами цикличности развития экономики. В сложившейся ситуации целесооб-

разно, с одной стороны, учитывать динамику изменения СР, а с другой – учитывать изменения, реализуемые органами власти в части регулирования величины СР. При увеличении f'_i следует говорить о снижении инвестиционной привлекательности КП и наоборот. Иными словами следует говорить о ситуации J_i^+ , которая характеризует благоприятную ситуацию для участия в КП, и о ситуации J_i^- , которая характеризует неблагоприятную для инвестирования в КП ситуацию, поскольку имеют место обратные тенденции, обусловленные ростом величины СР.

Проведем геометрическую интерпретацию покомпонентного формирования инвестиционной привлекательности КП для каждого из вариантов.

Вариант 1. $\begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f'_i \in (S_{i-1}, S_i] \\ \Delta_i > 0, \Delta_i = 0, \Delta_i < 0 \end{cases}$ предполагает

попадание значений f_i^0 и f'_i в один интервал $(S_{i-1}, S_i]$. Значение i -й стратегии привлекательности определяется $J_i = \Delta_i \cdot R_i = (f_i^0 - f'_i) \cdot R_i$. Графически это выглядит как площадь J_i (рис. 3), где $J_i > 0$.

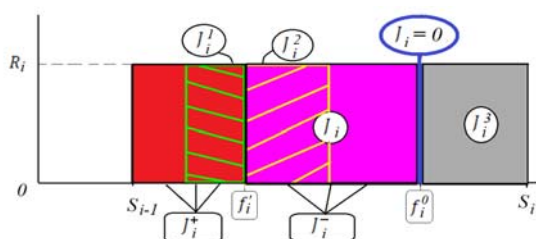


Рисунок 3. Геометрическая интерпретация формирования привлекательности инвестирования в КП для Варианта I

Figure 3. Geometric interpretation of the formation of the attractiveness of investing in project for Option I

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Представленное на рис. 3 пространство J_i^1 – зона потенциального увеличения инвестиционной привлекательности КП при условии положительной динамики J_i^+ ; пространство J_i^2 – зона потенциального увеличения инвестиционной привлекательности КП при условии отрицательной динамики J_i^- ; вертикальный отрезок J_i^0 – нейтральная зона с нулевым показателем привлекательности – $J_i = 0$. Таким

образом, пространство J_i^3 – характеризует ситуацию низкой доходности инвестиций в КП, т. е. $J_i < 0$.

Вариант II. $\begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f'_i \in (S_{i-1}, S_i] \\ l > i, i = 1, 2, 3, \\ \Delta_i > 0 \end{cases}$ предполагает по-

падение значений предполагает попадание значений f_i^0 и f'_i в разные интервалы $(S_{i-1}, S_i]$. Значение инвестиционной привлекательности -го КП определяется: $J_i = \Delta_i \cdot R_i = (S_i - f'_i) \cdot R_i + (f_i^0 - S_i) \cdot R_i$ и численно равно площади прямоугольника J_i (рис.4), то есть $J_i > 0$.

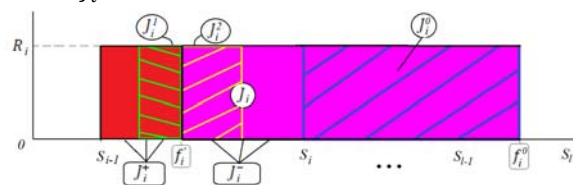


Рисунок 4. Геометрическая интерпретация формирования привлекательности инвестирования в КП для Варианта II

Figure 4. Geometric interpretation of the formation of the attractiveness of investing in project for Option II

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Пространство J_i^+ характеризует зону увеличения J_i до максимального значения J_i^+ при уменьшении f'_i до минимального значения S_{i-1} . Таким образом, пространство J_i^1 определяет границы потенциального увеличения инвестиционной привлекательности КП на конкретном участке с показателем положительной динамики J_i^+ ; зона J_i^2 определяет границы потенциального увеличения инвестиционной привлекательности КП на конкретном участке с отрицательной динамикой J_i^- ; зона J_i^0 определяет границы постоянного значения инвестиционной привлекательности КП на конкретном участке $J_i^0 = (f_i^0 - S_i) \cdot R_i$, а пространство J_i^3 характеризует неблагоприятную для инвестирования в КП ситуацию с $J_i < 0$.

Замечание: в системе, описывающей Вариант III, содержится условие $\Delta_i < 0$, которое влечет неравенство $J_i < 0$.

Следовательно, при выполнении условий для системы, характеризующей Вариант III

$$\begin{cases} f_i^0 \in (S_{i-1}, S_i] \\ f_i' \in (S_{i-1}, S_i] \\ 1 < i, i = 2, 3, 4 \\ \Delta_i < 0 \end{cases}, \text{ имеет место постоянное выполнение}$$

условия $J < 0$, что свидетельствует о том, что при сложившихся значениях СР инвестиционная привлекательности участия в КП на конкретном участке будет низкой, а участие – нецелесообразным.

Обсуждение

В условиях неопределенности отсутствие привлекательности участия в КП в конкретное время не говорит о том, что в будущем (или при определенных условиях) участие в данном проекте не станет прибыльным. Для варианта III, целесообразно сформировать прогностическую модель, для которой на старте выполняется условие $f' > f^0$. Прогнозный характер модель свидетельствует о том, что КП будет реализовываться в течение N лет:

$$N = n_F - n_0, \quad (9)$$

где n_0 — точка начала участия в проекте;

n_F — точка окончания участия в проекте.

Используя данные о динамике изменения величины СР на период реализации проекта определим медианное значение СР (f^*):

$$f^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^q f_i' \cdot \Delta n_i, \quad (10)$$

где f_i' — значения текущих ставок рефинансирования;

Δn_i — соответствующие временные периоды.

На рис. 5 графически изобразим динамику изменения СР, где на период начала участия в проекте характерно максимальное ее значение (а, следовательно, наихудшие условия для участия в КП):

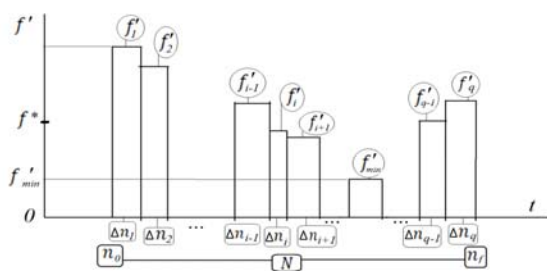


Рисунок 5. Графическое изображение динамики изменения СР

Figure 5. Graphical representation of the dynamics of the refinancing rate change

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

$f_{1i} = \max(f_i'), i = 1, 2, \dots, q$ — наиболее неблагоприятная ситуация для участия в КП. Здесь f_{min} — наименьшее значение СР, а, следовательно —

наилучшие условия для участия в КП, то есть: $f_{min} = \min(f_i'), i = 1, 2, \dots, q$. Для предпринимательской структуры, принимающей решение об участии в КП, возможные варианты ситуации «доход-убыток» или « α^+ » — « α^- ».

Для разрабатываемой модели:

« α^+ » — стратегия, при которой достигается получение максимально возможного дохода от участия в КП;

« α^- » — стратегия, при которой достигается получение максимально возможного убытка от участия в КП.

Абсолютным величинам α^+ и α^- соответствуют величины площадей соответствующих прямоугольников.

Вариант 1. При выполнении условия $f_i' > f^0 > f^* > f_{min}$ получаемый от участия в проекте доход будет превышать расходы, а, следовательно, будет иметь место получение прибыли, т.к. выполняется условие

$$\begin{cases} \alpha^+ > 0, \\ \alpha^- > 0, \\ \alpha^+ > \alpha^-. \end{cases}$$

Отразим данную ситуацию графически (рис. 6).

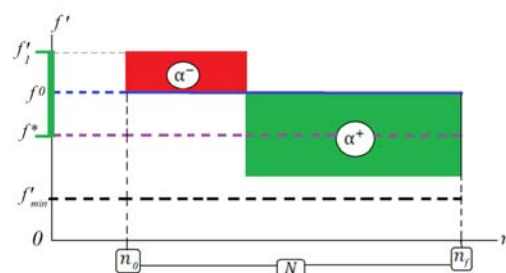


Рисунок 6. Графическое изображение ситуации получения прибыли от участия в КП

при неблагоприятных стартовых условиях

Figure 6. A graphic representation of the situation of making a profit from participating in the project under unfavorable starting conditions

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Интервал (f^*, f_1') разброса значений доходности лесопользования f^0 , обеспечивающий выполнение условия получения прибыли от участия в КП при неблагоприятных стартовых условиях определим как «зону положительного баланса» (превышение площади α^+ над площадью α^-).

Вариант 2. При выполнении условия $f'_1 > f^0 = f^* > f'_{min}$ получаемый от участия в проекте доход будет равен расходам, а, следовательно, будет иметь место получение «нулевой» прибыли, т.к. выполняется условие

$$\begin{cases} \alpha^+ > 0, \\ \alpha^- > 0, \\ \alpha^+ = \alpha^-. \end{cases}$$

Отразим данную ситуацию графически (рисунок 7), где уровень доходности от участия в КП на конкретном участке равен среднемедианному значению СР, т.е. $\alpha^+ = \alpha^-$. Для графической интерпретации назовем ситуацию как «зона безубыточности» (площади прямоугольников α^+ и α^- равны).

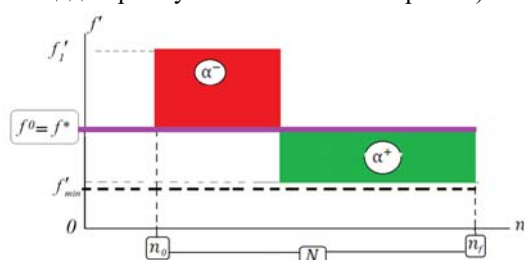


Рисунок 7. Графическое изображение ситуации безубыточности от участия в КП при неблагоприятных стартовых условиях

Figure 7. Graphical representation of the break-even situation from participating in the project under unfavorable starting conditions

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Вариант 3. При выполнении условия $f'_1 > f^* > f^0 > f'_{min}$ получаемый от участия в проекте доход будет меньше понесенных расходов, а, следовательно, будет иметь место получение убытков, т.к. выполняется условие

$$\begin{cases} \alpha^+ > 0, \\ \alpha^- > 0, \\ \alpha^+ < \alpha^-. \end{cases}$$

Отразим данную ситуацию графически (рис. 8), где в интервале (f^*, f'_{min}) имеет место получение убытков, т.е. $\alpha^+ < \alpha^-$. Определим эту графическую площадь как «зону риска».

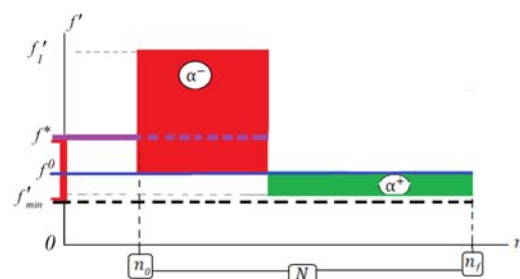


Рисунок 8. Графическое изображение ситуации убыточности от участия в КП при неблагоприятных стартовых условиях

Figure 8. A graphic representation of the loss-making situation from participating in the project under unfavorable starting conditions

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Вариант 4. При выполнении условия $f'_1 > f^* > f'_{min}, f^0 > 0$ от участия в КП не планируется получения дохода (речь идет о реализации проекта, в результате которого по тем или иным причинам не произведено УЕ), т.е. будут выполняться условия

$$\begin{cases} \alpha^+ = 0, \\ \alpha^- > 0, \end{cases}$$

Отразим данную ситуацию графически (рис. 9), где в интервале $(f'_{min}, 0)$ имеет место самая сложная ситуация, где при наличии расходов имеет место отсутствие доходов, т.е. получение максимально возможных убытков «зону убыточности» (отсутствие прямоугольника α^+).

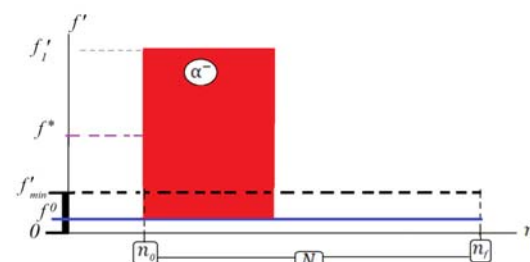


Рисунок 9. Graphical representation of the situation of maximum loss from participation in project

Figure 9. A graphic representation of the loss-making situation from participating in the project under unfavorable starting conditions

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Исходя из сложившегося значения CP на момент начала участия в КП и прогнозируемой величины затрат и доходов от участия в КП можно спрогнозировать возможность ведения бизнеса (участия в КП на конкретном участке в зависимости от его экономической доступности) по одному из четырех сценариев.

Очевидно, самым неблагоприятным периодом для старта участия в КП является период с самой высокой CP . Воспользуемся прогностической моделью, сформированной Третьяковым А.Г. [15], на период с января 2015 г. по декабрь 2021 г. при сроке проекта 7 лет (N). Для представленных параметров точка старта $-f'_1 = \max(f'_i) = 17$; точка максимизации доходов от участия в КП $-f'_{min} = \min(f'_i) = 4,25$; медианное значение $CP - f^* = 8,28$.

Таким образом, для эффективного участия в КП целесообразно ведение бизнеса с доходностью более 8,28% (рис. 10).

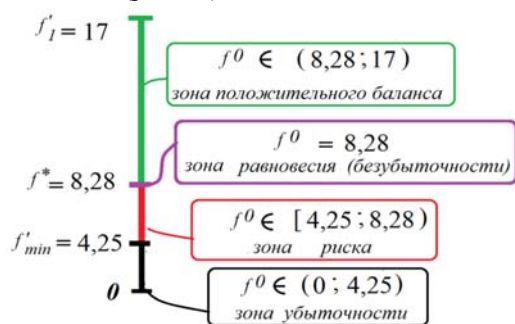


Рисунок 10. Тенденции формирования прогнозных состояний для иллюстративной модели при $N = 6$
Figure 10. Trends in the formation of predictive states for the illustrative model at $N = 6$

Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Отметим, что для ситуации «безубыточности» участие в КП является целесообразным, т.к. даже при получении «нулевой» прибыли решается ряд экологических задач, связанных с декарбонизацией. Для государства необходима проработка ряда стимулирующих мероприятий, которые при доходности участия в КП, равной CP , обеспечат заинтересованность для участия бизнеса в лесоклиматических проектах на конкретных участках. Более того, отметим, что рассматривая доход как стоимостную величину УЕ, государство имеет рычаги «улучшения» условий ведения бизнеса при участии в КП в

виде повышения стоимости УЕ, что при прочих равных условиях обеспечит повышение уровня доходности по сравнению с величиной CP , а, следовательно, экономическую доступность участков для реализации КП и заинтересованность бизнеса в участии в проектах по декарбонизации.

Закключение

Таким образом, в результате проведенного исследования введена категория «доходность климатического проекта», которая будет выражать планируемый объем прибыли на вложенные инвестиции в проект. Целесообразность участия в климатическом проекте на конкретном участке определяется величиной «привлекательность проекта», которая определяется как разница между величиной доходности проекта и величиной ключевой ставки рефинансирования.

В соответствии с инструментарием Теории Игр проведена оценка возможных стратегий инвестирования. Основой принятия решений выступает принцип «доминирования». Если не выполняется ни одно из условий принципа «доминирования», то применяется байесовский подход к решению поставленной задачи [18]. Преимущества выбора той или иной стратегии наиболее полно описываются с помощью структурно-компонентного анализа, в рамках которого проведена геометрическая интерпретация покомпонентного формирования инвестиционной привлекательности климатического проекта для трех вариантов.

В условиях неопределенности отсутствие привлекательности участия в климатическом проекте в конкретное время не говорит о том, что в будущем (или при определенных условиях) участие в данном проекте не станет прибыльным. Сформирована прогностическая модель инвестирования в климатический проект, который на старте является убыточным. Определено, что целесообразно ведение бизнеса с доходностью более 8,28%.

Представленный механизм покомпонентного анализа процесса формирования доходности инвестирования в КП, базирующийся на сопоставлении прогнозируемой величины дохода (выраженной в УЕ) и CP (учитывающий ее динамический характер формирования).

Список литературы

1. Vasendina, I. Development of a methodology for calculating carbon units of heterogeneous territories based on machine learning / I. Vasendina, K. Shoshina // IX International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). 2023. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10139264/authors#authors> (дата обращения: 20.09.2024). DOI: 10.1109/ITNT57377.2023.10139264.
2. Шаповалова, Е.А. Климатические проекты и их предпосылки / Е.А. Шаповалова // Материалы V Международной научно-технической конференции «Импортозамещение, научно-техническая и экономическая безопасность». Т. 3. Минск, 2022. С. 243-248.
3. Суздалева, А.Л. Климатические проекты: основные виды и их результативность / А.Л. Суздалева // Вестник евразийской науки. 2023; 20 (15). URL: <https://esj.today/PDF/20NZVN123.pdf> (дата обращения: 21.09.2024). DOI: 10.1109/ITNT57377.2023.10139264.
4. Тимофеева, Е.А. Климатические проекты: что можно предложить предприятиям / Е.А. Тимофеева // Экология производства. 2023; 6 (227): С. 72-81.
5. Природно-климатические проекты в России: ключевые проблемы и условия успеха / Н.К. Куричев, А.В. Птичников, Е.А. Шварц, А.Н. Кренке // Известия российской академии наук. – Сер.: Географическая. 2023; 4 (87): 619-636.
6. Public participation in climate budgeting Learning from experiences in Bangladesh, Indonesia and Nepal / S. Patel, D. McCullough and others. – Published by IIED, 2022. 40 p. URL: <https://internationalbudget.org/wp-content/uploads/21031iied-1.pdf> (дата обращения: 23.09.2024).
7. Successful Community Participation in Climate Change Adaptation Programs: on Whose Terms? / S. Subhajyoti, M. Oteng-Ababio and others // Environmental Management. 2021; 67:P. 747–762. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-020-01421-2> (дата обращения: 24.09.2024).
8. Espinosa, P. Guidelines for Participation / P. Espinosa // Climate Neutral Now. Global Climate Action, 2021. – URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CNN%20Guidelines.pdf> (дата обращения: 25.09.2024).
9. Promoting Public Participation in Climate Action: Not Just Good Practice, but a Legal Duty of European Governments / S. Duyck, S. Attorney and others. Center for International Environmental Law. 2018. – URL: <https://www.ciel.org/promoting-public-participation-climate-action-legal-duty/> (дата обращения: 25.09.2024).
10. Витязь, С.Н. Компенсационное лесовосстановление – важнейший аспект лесопользования в Кузбассе / С.Н. Витязь, П.М. Шенцев // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: Материалы XIII Внутривузовской научно-практической конференции. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2024. С.112-117.
11. Григорьев, И.В. Влияние лесных пожаров на лесную экосистему / И.В. Григорьев, О.И. Гринько // Вестник АГАТУ. 2023; 3(11):45-72.
12. Opportunities and prospects for the implementation of reforestation climate projects in the forest steppe: an economic assessment / S.S. Morkovina, S.S. Sheshnitsan. and others. Forests. 2023; 14 (8): 1611.
13. Morkovina, S.S. Tools for supporting forest business that ensure efficient forest management and restoration of forest resources in low-forest regions / S.S. Morkovina, A.V. Ivanova, E. Seydinay // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)». Institute of Physics Publishing, 2019. 012040.
14. Шанин, И.И. Потенциал земельных ресурсов субъектов РФ для целей реализации лесоклиматических проектов / И.И. Шанин, С.С. Морковина, А.Г. Третьяков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023; 1 (60): 188-198. URL: [https://annivgltu.ru/gallery/%E2%84%961\(60\)_2023.pdf](https://annivgltu.ru/gallery/%E2%84%961(60)_2023.pdf) (дата обращения: 24.08.2024).
15. Третьяков, А.Г. Обеспечение экономической доступности лесных древесных ресурсов в системе рационального лесопользования : дис. ... д-ра. экон. наук : 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика. Воронеж,

2024. 420 с. URL: <https://vgltu.ru/nauka/dissertacionnye-sovety1/dissertacionnye-sovety/dissovet-99213202/narassmotrenii2/tretyakov-aleksandr-georgievich/> (дата обращения: 21.09.2024).

16. Зачем нужны углеродные единицы // Ведомости. Экология. 2022. URL: https://www.vedomosti.ru/ecology/green_finance/articles/2022/06/30/929286-zachem-nuzhni-uglerodnie-edinitsi (дата обращения: 19.09.2024).

17. Дерюшкин, Д.О. Реализация климатических проектов: о результатах деятельности в 2021-2022 годах / Д.О. Дерюшкин. – РЭА: Минэнерго России, 2022. URL: https://iclr.ru/storage/events_materials/62/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2_1661780675.pdf (дата обращения: 21.09.2024).

18. Антонова, А.С. Применение методов принятия решений и планирования бизнес-процессов на основе мультиагентного подхода / А.С. Антонова, К.А. Аксенов. М: Академия Естествознания, 2021. 94 с. ISBN: 978-5-91327-712-1.

References

1. Vasendina I., Shoshina K. Development of a methodology for calculating carbon units of heterogeneous territories based on machine learning. IX International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT); 2023. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10139264/authors#authors>.

2. Shapovalova E.A. Climate projects and their prerequisites. V International Scientific and Technical Conference "Import substitution, scientific, technical and economic security"; 2022; 3: 243-248.

3. Suzdaleva A.L. Climate projects: main types and their effectiveness. Bulletin of Eurasian Science; 2023; 20; 15. <https://esj.today/PDF/20NZVN123.pdf>.

4. Timofeev E.A. Climate projects: what can be offered to enterprises. The ecology of production; 2023; 6(227): 72-81.

5. Kurichev N.K., Ptichnikov A.V., Schwartz E.A., Krenke A.N. Natural and climatic projects in Russia: key problems and conditions of success. Proceedings of the Russian Academy of Sciences; 2023; 4;87: 619-636.

6. Patel S., McCullough D. et al. Public participation in climate budgeting Learning from experiences in Bangladesh, Indonesia and Nepal. IIED; 2022: 40. <https://internationalbudget.org/wp-content/uploads/21031ied-1.pdf>.

7. Subhajyoti S., Oteng-Ababioand M. and etc. Successful Community Participation in Climate Change Adaptation Programs: on Whose Terms? Environmental Management; 2021; 67: 747-762. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-020-01421-2>.

8. Espinosa P. Guidelines for Participation. Climate Neutral Now. Global Climate Action; 2021. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CNN%20Guidelines.pdf>.

9. Duyck S., Attorney S. et al. Promoting Public Participation in Climate Action: Not Just Good Practice, but a Legal Duty of European Governments. Center for International Environmental Law; 2018. <https://www.ciel.org/promoting-public-participation-climate-action-legal-duty/>.

10. Vityaz S.N., Shentsev P.M. Compensatory reforestation – the most important aspect of forest management in Kuzbass. Materials of the XIII Intra-university scientific and practical conference: Agro-industrial complex – new ideas and solutions. Kuzbass State University; 2024: 112-117.

11. Grigoriev I.V., Grinko O.I. The impact of forest fires on the forest ecosystem. Herald of AGATHU; 2023; 3(11): 45-72.

12. Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S. Opportunities and prospects for the implementation of reforestation climate projects in the forest steppe: an economic assessment. Forests;2023;14; 8: 1611.

13. Morkovina S.S., Ivanova A.V., Seydinay E. Tools for supporting forest business that ensure efficient forest management and restoration of forest resources in low-forest regions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)»; 2019; 012040.

14. Shanin I.I., Morkovina S.S., Tretyakov A.G. The potential of land resources of the subjects of the Russian Federation for the purposes of implementing forest-climatic projects. Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice; 2023; 1(60):188-198. [https://annivgltu.ru/gallery/%E2%84%961%20\(60\)_2023.pdf](https://annivgltu.ru/gallery/%E2%84%961%20(60)_2023.pdf).

15. Tretyakov A.G. Ensuring the economic accessibility of forest wood resources in the system of rational forest management. Voronezh; 2024: 420. <https://vgltu.ru/nauka/dissertacionnye-sovety1/dissertacionnye-sovety/dissovet-99213202/na-rassmotrenii2/tretyakov-aleksandr-georgievich/>.

16. Why do we need carbon units. Vedomosti; 2022. https://www.vedomosti.ru/ecology/green_finance/articles/2022/06/30/929286-zachem-nuzhni-uglerodnie-edinitsi.

17. Deryushkin D.O. Implementation of climate projects: on the results of activities in 2021-2022. Ministry of Energy of Russia; 2022. URL: https://iclr.ru/storage/events_materials/62/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2_1661780675.pdf.

18. Antonova A.S., Aksenov K.A. Application of decision-making methods and business process planning based on a multi-agent approach. Academy of Natural Sciences; 2021: 94.

Сведения об авторах

✉ *Колесниченко Елена Александровна* – доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5296-7625>, ekolesnichenko@live.ru.

Третьяков Александр Георгиевич – кандидат экономических наук, заместитель директора, Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Институтский пр., 21, г. Санкт-Петербург, 194021, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2011-7818>, e-mail: forest-2011@bk.ru.

Морковина Светлана Сергеевна – доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям, заведующий кафедрой менеджмента и экономики предпринимательства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3776-5181>, e-mail: tc-sveta@mail.ru.

Раецкая Елена Владимировна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9268-8161>, e-mail: raetskaya@nbox.ru.

Information about the authors

✉ *Elena A. Kolesnichenko* – Dr. Sci. (Economics), Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5296-7625>, e-mail: ekolesnichenko@live.ru.

Alexander G. Tretyakov – Cand. of Economic Sciences, Deputy Director of the St. Petersburg Research Institute of Forestry, Institutsky pr., 21, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2011-7818>, e-mail: forest-2011@bk.ru.

Svetlana S. Morkovina – Dr. Sci. (Economics), Professor, Vice-Rector for Science and Innovation, Head of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3776-5181>, e-mail: tc-sveta@mail.ru.

Elena V. Raetskaya – Cand. of Physico-Mathematical Sciences, Associate professor of the Department of Mathematics, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8 Voronezh, 394087, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9268-8161>, e-mail: raetskaya@nbox.ru.

✉ Для контактов | Corresponding author