

DOI: 10.12731/2070-7568-2023-12-2-84-98

УДК 332.143



Научная статья | Экономическая теория

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ВОИНСКИХ ЧАСТЕЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Ю.А. Никитин, В.Н. Кузнецова*

*Российская Арктика является одной из перспективных экономических зон с богатым запасом природных ресурсов. В мире, в котором территориальные разногласия, идеологическое соперничество, этническая нетерпимость и даже ядерное распространение теоретически могут быть нормализованы без применения военной силы, именно богатые запасы энергоносителей остается последним поводом для войны, которая может привести к катастрофическим последствиям. Именно поэтому перед Вооруженными Силами Российской Федерации стоит задача по защите государственного суверенитета и сохранению безопасности в Арктической зоне. Для сохранения боеспособности и боеготовности военного объекта необходимо поддерживать его запасы топливно-энергетических ресурсов на требуемом уровне. Прогнозирование потребления топливно-энергетических ресурсов является важнейшей задачей. В данной методике учитываются факторы разного типа: периодические (циклические) и случайные, в том числе, присущие военному производству. Все факторы в разной степени оказывают влияние на потребление энергоресурсов.*

*Циклические факторы наиболее прогнозируемы и существеннее влияют на потребление топливно-энергетических ресурсов. Случайные факторы занимают хотя и малую долю в процессе энергопотребления, но амплитуда отклонений может быть достаточно значительной.*

*Методика позволяет определить в условиях усложнения взаимосвязей экономики и энергетики и роста неопределенности будущего развития воинских частей и военных баз в Арктической зоне Российской Федерации потребление топливно-энергетических ресурсов на основе применяемого стохастического дифференциального уравнения.*

*Цель – разработать математический аппарат прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов для воинских частей в Арктической зоне Российской Федерации.*

**Метод или методология проведения работы:** в статье использовались экономико-математические методы, а также статистические методы.

**Результаты:** получены наиболее информативные параметры, показывающие некоторые аспекты процесса прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов.

**Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять в квартирно-эксплуатационных подразделениях органов управления материально-технического обеспечения (МТО) военных округов для получения прогнозных значений потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на объектах военной инфраструктуры (военных городков).

**Ключевые слова:** Вооруженные Силы Российской Федерации; Арктическая зона; энергообеспечение военных объектов; прогнозирование потребления топливно-энергетических ресурсов. Для цитирования. Никитин Ю.А., Кузнецова В.Н. Прогнозирование потребления топливно-энергетических ресурсов для воинских частей в Арктической зоне Российской Федерации // Наука Красноярья. 2023. Т. 12, №2. С. 84-98. DOI: 10.12731/2070-7568-2023-12-2-84-98

Original article | Economic Theory

## FORECASTING THE CONSUMPTION OF FUEL AND ENERGY RESOURCES FOR MILITARY UNITS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

*Y.A. Nikitin, V.N. Kuznetsova*

*The Russian Arctic is one of the promising economic zones with a rich supply of natural resources. In a world in which territorial divisions, ideological rivalries, ethnic intolerance, and even nuclear proliferation can theoretically be normalized without the use of military force, it is the wealth of energy resources that remains the last casus belli that can lead to catastrophic consequences. That is why the Armed Forces of the Russian Federation are faced with the task of protecting state sovereignty and maintaining security in the Arctic zone. To maintain the combat capability and readiness of a military facility, it is necessary to maintain stocks of fuel and energy resources at the required level. Forecasting the consumption of fuel and energy resources is the most important task. This methodology takes into account factors of various types: periodic (cyclical) and random, including those inherent in military production. All factors affect energy consumption to varying degrees.*

*Cyclical factors are the most predictable and have a greater impact on the consumption of fuel and energy resources. Although random factors occupy a small share in the process of energy consumption, the amplitude of deviations can be quite significant.*

*The methodology makes it possible to determine the consumption of fuel and energy resources in the context of the increasing complexity of the relationship between the economy and energy and the growing uncertainty of the future development of military units and military bases in the Arctic zone of the Russian Federation based on the applied stochastic differential equation.*

**Purpose.** *Develop a methodology for forecasting the consumption of fuel and energy resources for military units in the Arctic zone of the Russian Federation.*

**Methodology** *in article economic-mathematical methods, and also statistical methods.*

**Results:** *the most informative parameters were obtained, showing some aspects of the process of forecasting the consumption of fuel and energy resources.*

**Scope of the results:** *it is advisable to apply the results obtained in the apartment-operational subdivisions of the logistics management bodies of the military districts to obtain predicted values of the consumption of fuel and energy resources (TER) at military infrastructure facilities (military camps).*

**Practical implications** *it is expedient to apply the received results the economic subjects which are carrying out foreign economic activity, one of which elements are export operations.*

**Keywords:** *Armed Forces of the Russian Federation; Arctic zone; power supply of military facilities; forecasting the consumption of fuel and energy resources* For citation. Nikitin Y.A., Kyznetsova V.N. Forecasting the Consumption of Fuel and Energy Resources for Military Units in the Arctic Zone of the Russian Federation. Krasnoyarsk Science, 2023, vol. 12, no. 2, pp. 84-98. DOI: 10.12731/2070-7568-2023-12-2-84-98

## **Введение**

Известно, что Арктика — крупнейшая особая экономическая зона в мире. Развитие территорий Арктической зоны Российской Федерации в целях использования их ресурсного, природного и транспортного потенциала всегда являлось стратегической государственной задачей на долгосрочную перспективу [3, 6, 9, 10, 14, 15]. Именно эта задача определена как приоритетная в Морской доктрине РФ и представляет совокупность частных задач по защите континентального шельфа, биологических и других ресурсов в экономической зоне и т.д. [1, 19].

Континентальная Арктическая зона Российской Федерации составляет 4,9 млн км<sup>2</sup>, в том числе, общая площадь островов 0,2 млн км<sup>2</sup> (рисунок

1). Административное деление установлено Указом Президента РФ от 2 мая 2014 года №296 «О сухопутных территориях арктической зоны Российской Федерации» с изменениями, внесенными Указом Президента РФ от 27 июня 2017 г. №287.



Рис. 1. Арктическая зона Российской Федерации

Суровый климат и значительная удаленность территорий от централизованного энергоснабжения вызывает необходимость иметь объектовые энергосети с большим резервом генерирующей мощности [13, 21]. Экстремально низкая температура обуславливает высокие энергозатраты генерирующих станций на собственные нужды, связанные с необходимостью подготовки топлива и водоподготовки. Продолжительность отопительного периода в районах Арктики и большинстве дальневосточных районов составляет от 250 до 340 дней, что оказывает влияние на развитие региона, в частности обустройства военных объектов, которые, как правильно, имеют автономную энергосеть и самостоятельно генерируют тепловую и электрическую энергию. Именно военные объекты составляют одну из основ военной организации государства в регионе.

Военная организация государства, включающая, в том числе, и Вооруженные Силы, представлена в Арктике различными формированиями, основная задача которых состоит в обеспечении безопасности страны от различных угроз в этом регионе, а также освоении и строительства инфраструктуры в российской Арктике.

Особое значение для надлежащего функционирования объектов оборонной инфраструктуры имеет состояние и качество энергетической системы, так как энергообеспечение напрямую влияет на успех выполнения задач. Немаловажными задачами Минобороны России остаются – совер-

шенствование жизнеобеспечения военных городков и боевой подготовки, улучшение качества военной службы и быта военнослужащих, а также готовность обеспечения безопасности государства воинскими частями и соединениями. Таким образом, состояние энергосистемы напрямую влияет на боеспособность и боеготовность воинских формирований. Особенно это актуально для энергоемкого оборудования, например, систем ПВО, а значит необходимо решать вопросы энергоснабжения на объектах военной инфраструктуры и прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов. В силу этого специалисты уделяют большое внимание разработке методик повышения эффективности системы организации поставок топливно-энергетических ресурсов в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации [18, 20].

В военных городках на эксплуатационном содержании и обеспечении коммунальными услугами находится огромное количество потребителей тепла и электроэнергии, которые, в свою очередь, должны быть гарантировано снабжены энергоресурсами с учетом высокой надежности энергосистемы. Эти требования обеспечиваются за счет применения локальных энергосистем, предназначенных для энергоснабжения одного военного городка. В качестве источника энергии в этих сетях выступают генерирующие станции (ДЭС, ТЭЦ и т.д.), которые используют исходное топливо: уголь, газ и мазут.

Так, для проведения отопительного периода на объектах теплоснабжения воинских частей в Арктической зоне необходимо спрогнозировать потребление топливно-энергетических ресурсов, а затем, доставить до потребителя и поддерживать запасы жидкого котельного топлива и твердого котельного топлива не ниже нормативных. Следовательно, большое значение имеет разработка методик, позволяющих прогнозировать объемы этого потребления.

**Цель исследования:** разработка экономико-математической модели прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов для воинских частей в Арктической зоне Российской Федерации.

**Материалы и методы:** исследование выполнялось на основе методов экономико-математического моделирования с использованием аппарата теории вероятностей и теории дифференциальных уравнений.

### **Результаты исследования**

С целью эффективного обеспечения топливом всех арктических потребителей, в рамках Северного завоза, целесообразно рассмотреть этот процесс с помощью построения модели. В основу моделирования (первый

шаг) предпочтительно положить оргграф, описывающий процесс потребления углеводородного топлива, где вершинами будут являться стационарные положения топлива во времени, а дуги – характеризовать процессы перехода топлива между различными положениями. Так, например, процесс перемещения топлива между поставщиком и потребителем будут характеризоваться вершинами A1, A2, A3, A4 (таблица 1), а соответствующие дуги – процессы перекачки (рисунок 2).

Таблица 1.

Стационарные положения топлива

№	Обозначение	Характеристика
1	A1	Топливо в пункте погрузки на морской транспорт, прием топлива у поставщика
2	A2	Топливо на морском транспорте
3	A3	Топливо в пункте выгрузки в резервуар потребителя
4	A4	Топливо в расходном резервуаре потребителя

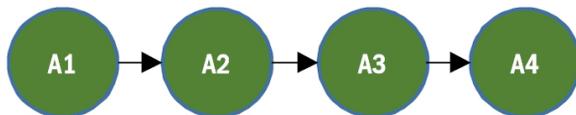


Рис. 2. Модель транспортировки топлива

Следующим шагом будет исследование процесса энергообеспечения, который представляет собой изучение системы показателей, характеризующих возможные варианты протекания этого процесса. Тогда задача поиска эффективного варианта будет решаться путем наиболее оптимальной целевой функции по заранее выбранным критериям оценки.

Формализованное представление задачи энергообеспечения может быть представлено как функционирование системы:

$$Y_{\text{внеш}} : Y_{\text{внут}} \rightarrow S_1 : \dots : S_i : \dots : S_N \rightarrow F(t) \geq F_{\text{треб}} \quad (1)$$

где  $Y_{\text{внеш}}$  – внешние параметры системы;  $Y_{\text{внут}}$  – внутренние параметры системы;  $S_i$  – свойство системы,  $i = \overline{1, N}$ ;  $F(t)$  – функциональные возможности системы;  $F_{\text{треб}}$  – функциональные требования к системе.

В основе решения задачи энергообеспечения предлагается применить итерационный подход, заключающийся в определении наиболее приемлемого из альтернативных вариантов ее организации и последующем его улучшении путем возможного изменения выходных внутренних параметров до выполнения условия  $F(t) \geq F_{\text{треб}}$ . При этом в каждой итерации производится оценка выходных внешних и внутренних параметров системы

и на этой основе принимается решение по корректировке тех или иных внутренних параметров. При достижении условия  $F(t) \geq F_{\text{треб}}$  фиксируются значения параметров системы, которые считаются обоснованными при применении системы в заданных условиях. Таким образом, обоснование параметров системы выполняется не на их расчете путем решения совокупности уравнений и математических зависимостей, а на сборе данных об их значениях при выполнении условий  $F(t) \geq F_{\text{треб}}$ .

Рассматривая процесс энергообеспечения углеводородами для автономных потребителей, в том числе расположенных в Арктической зоне Российской Федерации, можно сделать вывод, что этот процесс осложнен длительной транспортировкой в суровых климатических условиях. На труднодоступные территории децентрализованным энергопотребителям топливо доставляется по северному морскому пути ежегодно в рамках Северного завоза.

Следующим этапом будет математическое моделирование с целью выявления функциональных зависимостей между стационарными положениями топлива и ресурсами, которые затрачены (планируется затратить) на переходные процессы (рис. 2).

Математическая модель (2) представляет собой стохастическую зависимость приращения потребления топливно-экономических ресурсов (ТЭР) от внешних и внутренних факторов, иными словами – возможностей системы ( $F(t)$  и  $F_{\text{треб}}$ ) (1).

$$X(0) = x_0$$

$$dX(t) = (\mu(t) + \theta(t)X(t))dt + \sigma X(t)dz(t) \quad (2)$$

где  $X(t)$  – потребление ТЭР;  $x_0$  – значение потребления ТЭР в начале периода;  $\theta(t)$  – функция сезонности;  $\mu(t)$  – тренд;  $\sigma$  – коэффициент изменений случайного характера;  $z(t)$  – винеровский процесс.

Следующим этапом моделирования процесса энергообеспечения будет исследование стратегии потребления различных топлив. На формирование этой стратегии оказывает влияние ряд факторов, таких как: обеспечение финансовыми ресурсами, предназначенными для повышения эффективности производства, снижение стоимости потребления ТЭР, удовлетворение спроса, а также экологической составляющей.

Дальнейшие действия направлены на определение сходимости прогнозных значений функции энергопотребления во времени и реальных значений, полученных непосредственно от эксплуатирующих объектов. По сути, это действие является проверкой на адекватность модели. Если

сходимость двух графиков (расчетного и полученного при обработке статистических массивов) находится в пределах заданного значения, то модель является адекватной и ее можно использовать при поиске прогнозных значений потребления топливно-энергетических ресурсов.

В методике используется способ поиска насыщенного решения стохастического дифференциального уравнения для приложения разностных методов, который приведен в работе [8] и доказывает, что порядок среднеквадратичного отклонения эйлеровской аппроксимации стохастических уравнений равен  $1/2$ . Для аппроксимации значительного порядка верности были использованы данные, приведенные в научных работах [10, 16] и эти методы являются аналогом разложения решения по формуле Тейлора, и доказательств об их сходимости носит конкретный характер. Для построения методов типа Рунге-Кутты, разностных методов, неявных и других методов, а также для изучения их сходимости была использована общая теорема о связи одношаговой аппроксимации метода с порядком его точности на всем промежутке.

Вследствие этого используем к стохастическому дифференциальному уравнению, приведенному в формуле 2 схему со среднеквадратичным порядком точности, равным 1, которую предложил Г. Н. Мильштейн [16].

Считается, что для численного решения стохастического дифференциального уравнения необходимо поставить вопрос об устойчивости численных методов [16]. Учет разработок ряда ученых [4, 5, 12, 16, 17] показывает, что на сегодняшний день единого подхода для решения этой проблемы. Это происходит из-за того, что весь вопрос состоит в необходимости отдельно изучать слабые и сильные решения, которые имеются. Кроме того, есть многообразие взглядов на то как понимать устойчивость. Не стоит забывать, что понимание устойчивости также обуславливается учетом разнообразных видов сходимости случайных величин и их распределений. Таким подходом может быть исследование устойчивости предоставленного метода Мильштейна, который описан в трудах [10, 16,] и имеет первый порядок погрешности и устойчив в среднеквадратическом смысле.

На основе данных по потреблению электроэнергии за 2021–2022 гг. объектами военной инфраструктуры  $n$  военного городка, были получены прогнозные значения на 2023–2024 гг., которые были сверены с реальным потреблением электроэнергии в рассматриваемый период. Для прогнозирования энергопотребления необходимо определить коэффициенты, входящие в построенную модель (2). Расчет этих коэффициентов производится в несколько этапов.

На первом этапе рассчитываем коэффициенты, отражающие сезонные изменения. Функция сезонности периодическая, с периодом в 1 месяц. Вклад сезонных факторов определяется следующим образом:

$$\theta_i = \frac{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (x_{i+1}^k - x_i^k) - \frac{1}{n \cdot m} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{i+1}^k - x_i^k)}{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n x_i^k} \quad (3)$$

где  $\theta_i$  – значение сезонности для  $i$ -го месяца;  $n$  – количество сезонов в году;  $m$  – количество лет в рассматриваемом периоде.

После расчета коэффициентов сезонности для каждого месяца делается поправка исходных данных с учетом сезонности, а затем, на втором этапе, рассчитываются коэффициенты функции линейного тренда:

$$\mu_i = \alpha + \beta t. \quad (4)$$

Используя описанный алгоритм, были получены следующие результаты прогнозных значений потребления электроэнергии объектами военной инфраструктуры  $n$  военного городка на 2023–2024 гг. (рис. 3).

Основными оценочными характеристиками качества прогнозной методики являются следующие показатели: средний процент ошибки прогноза; коэффициент или индекс Тейла.

Средний процент ошибки прогноза

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{P_i^r - P_i}{P_i^r} \times 100\%, \quad (5)$$

где  $P_i^r$  – фактическое значение потребления в  $i$ -й момент времени;  $P_i$  – расчетное значение потребления в  $i$  момент времени;  $n$  – число наблюдений.

Средняя процентная ошибка прогноза использована для определения методики прогноза. Особенно необходима она, когда дает последовательно завышенные прогнозы или последовательно заниженные прогнозы. Если значение больше нуля, то прогнозы последовательно занижены, т.е. в среднем меньше факта. Если ошибка меньше нуля, то прогнозы последовательно завышены, т.е. модель делает прогноз в среднем выше факта.

Средняя процентная ошибка прогноза характеризует относительную степень смещенности прогноза.

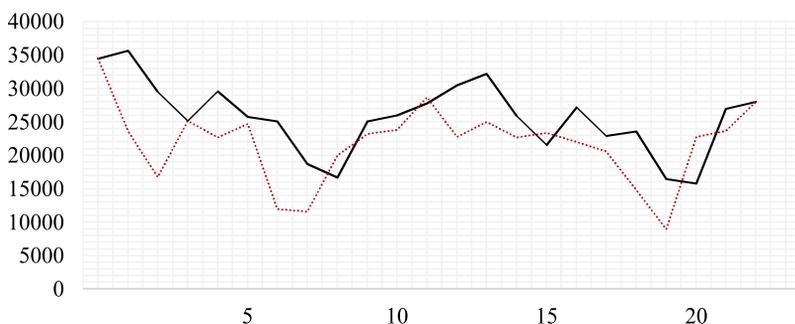
Индекс Тейла, числителем которого является среднеквадратическая ошибка прогноза, а знаменатель равен квадратному корню из среднего квадрата реализации):

$$v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i^r - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (P_i^r)^2 + \sum_{i=1}^n P_i^2}} \quad (6)$$

Обобщенно коэффициент несоответствия Тейла отражает схожесть временных рядов  $P_i^r$  и  $P_i$ . Сравнимые ряды будут ближе, если данный коэффициент максимально приближен к нулю.

На основании проведенных расчетов для рассматриваемой методики получены следующие значения оценочных характеристик: средняя процентная ошибка прогноза 10,9%, коэффициент несоответствия Тейла 0,084.

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о применимости полученной методики прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов для воинских частей в Арктической зоне Российской Федерации.



**Рис. 3.** График энергопотребления на 2023–2024 гг. (сплошной чертой отмечены полученные прогнозные значения, пунктиром реальные данные по энергопотреблению в 2021-2022 гг.)

Надежность данного подхода прогнозирования оценивалась путем сравнения реальных данных по потреблению электроэнергии объектами военной инфраструктуры  $n$  военного городка в 2021–2022 гг., а на 2023–2024 гг. прогнозных значений.

### Заключение

Представленная в данном исследовании экономико-математическая модель прогнозирования потребления топливно-энергетических ресурсов может использоваться для планирования поставок и формирования запасов топлива для воинских частей в Арктической зоне Российской Федерации. Это позволит повысить эффективность системы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации и будет способствовать росту национальной безопасности нашей страны.

### Список литературы

1. Морская доктрина Российской Федерации, утвержденная Президентом Российской Федерации 31 июля 2022 г. <https://base.garant.ru/405077499/>

2. Приказ Президента Российской Федерации от 18 сентября 2008 г. №1969 «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». <http://government.ru/info/18359/>
3. Барыкин С. Е. Конкурентные международные грузоперевозки по Северному морскому Пути-система логистических хабов / С. Е. Барыкин, Е. А. Коваленко // Логистика и управление цепями поставок : Сборник научных трудов / Под редакцией В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. Том Выпуск 4(17). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. С. 18-25.
4. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2013. 368 с.
5. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. Москва: Мир, 1978. С. 72-73.
6. Вергун Т. А. Транспортно-логистическое развитие арктической зоны России / Т. А. Вергун, В. Э. Щербакова, С. Д. Суворова // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и Российская практика : сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 43-46.
7. Веретенников Н. П. Северный морской путь: история, экономика, геополитика, безопасность / Н. П. Веретенников, Л. В. Геращенко, Е. С. Горячевская // Геополитика и безопасность. 2015. № 2 (30). С. 88–94.
8. Гихман И. И., Скороход А. В. Стохастические дифференциальные уравнения. Киев: Наукова Думка, 1968. 354 с.
9. Дмитриева К. А. Северный морской путь: потенциал транспортной инфраструктуры Арктики / К. А. Дмитриева, С. Д. Суворова // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: сборник статей 10-й Международной научно-практической конференции, посвященной 255-летию Вольного экономического общества России : в 2 т., Курск, 10 декабря 2020 года / ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал); КРОО Общероссийской общественной организации «Вольное экономическое общество России». Том 1. Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2020. С. 177-181.
10. Карманова А. Е. Исторические предпосылки освоения и развития арктической зоны Российской Федерации / А. Е. Карманова, Л. Г. Десфонтейнес,

- Т. С. Хныкина // Международный научный журнал. 2021. № 1. С. 74-80. <https://doi.org/10.34286/1995-4638-2021-76-1-74-80>
11. Клепач А.В. Оценка эффективности нефтегазовых инвестиционных проектов // Газовая промышленность. №11. ИРЦ Газпром. 2000. С. 94-96.
  12. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М. Исследование операций в экономике: Учебн. пособие для вузов/ под ред. проф. Н.Ш. Кремера. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2015. 407 с.
  13. Курбанов А. Х. Логистические проблемы обеспечения мобилизационной готовности ВС РФ в регионах Арктики и Крайнего Севера / А. Х. Курбанов, А. В. Кузнецов, А. А. Сафиханов // Экономика и предпринимательство. 2016. № 4-1(69). С. 287-293.
  14. Котляров И. Д. Геоэкономическое значение трансевразийского транспортного коридора // Записки Горного института. 2009. Т. 184. С. 225-230.
  15. Корчагина Е. В. Реализация транспортно-логистического потенциала Северного морского пути как инструмент развития Арктического региона России // Противоречия и тенденции развития современного Российского общества: Сборник научных статей V Всероссийской научно-практической конференции, Сергиев Посад, 19 апреля 2021 года / Сост. Л.Н. Бондаренко. Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2021. С. 60-64.
  16. Мильштейн Г. Н. Теорема о порядке сходимости среднеквадратичных аппроксимаций решений систем стохастических дифференциальных уравнений // Теория вероятностей и ее применения. 1987. Т. 32, выпуск 4, С. 809–811.
  17. Миркин Б.Г., Фаенсон А.И. Экономико-математические методы в планировании жилищно-коммунального хозяйства. Учеб. Пособие для вузов. Москва, «Стройиздат», 1990. 144 с.
  18. Никитин Ю. А. Определение стоимости логистических операционно-складских работ при формировании первоначальной цены контракта на поставку топлива в интересах войск национальной гвардии Российской Федерации / Ю. А. Никитин, Д. А. Сафонов // Наука Красноярья. 2021. Т. 10, № 2. С. 7-24. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2021-10-2-7-24>
  19. Развитие социально-экономического потенциала Арктической зоны / А. А. Курочкина, С. В. Арапов, Т. В. Бикезина [и др.]. 2-е издание, исправленное и дополненное. Санкт-Петербург: ООО «Медиапапир», 2021. 282 с. <https://doi.org/10.52565/9785001102267>
  20. Фролов А. О. Трансформация моделей сотрудничества между военной организацией государства и оператором нефтегазовой инфраструктуры в условиях роста геополитической напряженности / А. О. Фролов, А. А.

Цельковских // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. № 10. С. 149-153.

21. Цельковских А. А. Логистические проблемы организации материально-технического обеспечения войск (сил) в Арктической зоне Российской Федерации и способы их решения / А. А. Цельковских, А. Х. Курбанов // Военная мысль. 2018. № 7. С. 40-49.

### References

1. Maritime doctrine of the Russian Federation, approved by the President of the Russian Federation on July 31, 2022. <https://base.garant.ru/405077499/>
2. Order of the President of the Russian Federation dated September 18, 2008 No. 1969 “Fundamentals of state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period until 2020 and beyond”. <http://government.ru/info/18359/>
3. Barykin S. E., Kovalenko E. A. Competitive international cargo transportation along the Northern Sea Route - a system of logistics hubs. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok : Sbornik nauchnykh trudov* [Logistics and supply chain management: Collection of scientific papers] / Edited by V.V. Shcherbakov and E.A. Smirnova. Volume Issue 4(17). St. Petersburg: St. Petersburg State Economic University, 2020, pp. 18-25.
4. Berezhnaya E.V., Berezhnaya V.I. *Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskikh sistem* [Mathematical methods for modeling economic systems]. M.: Finance and Statistics, 2013, 368 p.
5. Bolt'yansky V.G. *Matematicheskie metody optimal'nogo upravleniya* [Mathematical methods of optimal control]. Moscow: Mir, 1978, pp. 72-73.
6. Vergun T. A., Shcherbakova V. E., Suvorova S. D. *Instituty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya: mirovoy opyt i Rossiyskaya praktika : sbornik nauchnykh statey 9-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kursk, 17–18 oktyabrya 2019 goda* [Institutions and mechanisms of innovative development: world experience and Russian practice: collection of scientific articles 9 1st International Scientific and Practical Conference, Kursk, October 17–18, 2019]. Kursk: Southwestern State University, 2019, pp. 43-46.
7. Veretennikov N.P., Gerashchenko L.V., Goryachevskaya E.S. *Geopolitika i bezopasnost'* [Geopolitics and Security], 2015, no. 2 (30), pp. 88–94.
8. Gikhman I. I., Skorokhod A. V. *Stokhasticheskie differentsial'nye uravneniya* [Stochastic differential equations]. Kyiv: Naukova Dumka, 1968, 354 p.
9. Dmitrieva K. A., Suvorova S. D. *Instituty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya: mirovoy opyt i rossiyskaya praktika : sbornik statey 10-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 255-letiyu Vol'nogo*

- ekonomicheskogo obshchestva Rossii : v 2 t., Kursk, 10 dekabrya 2020 goda* [Institutions and mechanisms of innovative development: world experience and Russian practice: collection of articles of the 10th International Scientific and Practical conference dedicated to the 255th anniversary of the Free Economic Society of Russia: in 2 volumes, Kursk, December 10, 2020] / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Financial University under the Government of the Russian Federation” (Kursk branch); CROO of the All-Russian public organization “Free Economic Society of Russia”. Volume 1. Kursk: Closed Joint Stock Company “University Book”, 2020, pp. 177-181.
10. Karmanova A. E., Desfontaines L. G., Khnykina T. S. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [International scientific journal], 2021, no. 1, pp. 74-80. <https://doi.org/10.34286/1995-4638-2021-76-1-74-80>
  11. Klepach A. V. *Gazovaya promyshlennost'* [Gas industry], 2000, no. 11, pp. 94-96.
  12. Kremer N. Sh., Putko B. A., Trishin I. M. *Issledovanie operatsiy v ekonomike* [Operations Research in Economics] / ed. prof. N. Sh. Kremer. M.: Banks and exchanges, UNITY, 2015, 407 p.
  13. Kurbanov A. Kh., Kuznetsov A. V., Safikhanov A. A. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2016, no. 4-1(69), pp. 287-293.
  14. Kotlyarov I. D. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2009, vol. 184, pp. 225-230.
  15. Korchagina E. V. *Protivorechiya i tendentsii razvitiya sovremennogo Rossiyskogo obshchestva: Sbornik nauchnykh statey V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sergiev Posad, 19 aprelya 2021 goda* [Contradictions and trends in the development of modern Russian society: Collection of scientific articles of the V All-Russian Scientific and Practical Conference, Sergiev Posad, April 19, 2021] / Compiled L. N. Bondarenko. Moscow: Moscow University named after S. Yu. Vitte, 2021, pp. 60-64.
  16. Milshtein G. N. *Teoriya veroyatnostey i ee primeneniya*, 1987, vol. 32, no. 4, pp. 809–811.
  17. Mirkin B. G., Faenson A. I. *Ekonomiko-matematicheskie metody v planirovanii zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva* [Economic and mathematical methods in planning housing and communal services]. Moscow, Stroyizdat, 1990, 144 p.
  18. Nikitin Yu. A., Safonov D. A. *Nauka Krasnoyar'ya* [Science of Krasnoyarsk], 2021, vol. 10, no. 2, pp. 7-24. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2021-10-2-7-24>
  19. *Razvitie sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala Arkticheskoy zony* [Development of the socio-economic potential of the Arctic zone] / A. A. Kurochkina, S. V. Arapov, T. V. Bikezina [etc.]. St. Petersburg: LLC “Mediapapier”, 2021, 282 p. <https://doi.org/10.52565/9785001102267>

20. Frolov A. O., Tselykovskikh A. A. Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii [Competitiveness in the global world: economics, science, technology], 2022, no. 10, pp. 149-153.
21. Tselykovskikh A. A., Kurbanov A. Kh. *Voennaya mysl'* [Military Thought], 2018, no. 7, pp. 40-49.

### ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Никитин Юрий Александрович**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой военно-политической работы в войсках (силах) *Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева*  
наб. Макарова, 8, г. Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация  
*nikitin\_gpa@mail.ru*

**Кузнецова Виктория Николаевна**, младший научный сотрудник *Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева*  
наб. Макарова, 8, г. Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация  
*lady.kvn-48@yandex.ru*

### DATA ABOUT THE AUTHORS

**Yuri A. Nikitin**, Doctor of Economics Sciences, Professor, Head of the Department of Military-Political Work in the Troops (Forces) *Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khruleva*  
8, Makarova emb., St. Petersburg, 199034, Russian Federation  
*nikitin\_gpa@mail.ru*

**Victoria N. Kuznetsova**, junior researcher *Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khruleva*  
8, Makarova emb., St. Petersburg, 199034, Russian Federation  
*lady.kvn-48@yandex.ru*

Поступила 11.05.2023

После рецензирования 20.06.2023

Принята 26.06.2023

Received 11.05.2023

Revised 20.06.2023

Accepted 26.06.2023