

## Критериально-статистическая оценка устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем черноморского побережья Краснодарского края

Г. Г. Гогоберидзе<sup>1\*</sup>, Е. А. Румянцева<sup>1</sup>, Р. Д. Косьян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия

<sup>2</sup> Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, Южное отделение, Геленджик, Россия

\*e-mail: gogoberidze.gg@gmail.com

### Аннотация

Береговая зона моря характеризуется крайне интенсивными природными процессами. Кроме того, она является областью особенно высокой экономической экспансии. Это приводит к необходимости рассматривать морскую береговую зону как единую береговую эко-социо-экономическую систему, учитывающую пространственные масштабы воздействия и степень устойчивости происходящих процессов: от локального к районному и далее к региональному и глобальному уровням. При этом необходим комплексный мониторинг устойчивости не только регионов, но и территорий более низких иерархических уровней. Однако в настоящее время не существует унифицированных методов определения устойчивости низкоуровневых береговых территориальных систем. В работе предлагается критериально-статистический подход к оценке устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем в виде совокупности индикаторов по трем факторам устойчивости: природно-экологическому, экономическому и социальному. В результате становится возможным получить количественные оценки устойчивости по отдельным факторам и в виде комплексного интегрального индекса устойчивости локальной береговой эко-социо-экономической системы. Применение данного подхода позволяет оценить стабильность локальных береговых систем и выполнить соответствующий пространственный анализ с выявлением устойчивых (узловых) и неустойчивых локальных береговых систем как территориальных единиц локального уровня управления. Данный подход является универсальным и апробирован на 18 локальных приморских муниципальных образованиях районов черноморского побережья Краснодарского края. В дальнейшем подход будет использован при реализации ГИС-оболочки «Береговые эко-социо-экономические системы Краснодарского края», что позволит осуществлять пространственное территориальное планирование и прогнозировать устойчивое развитие береговых эко-социо-экономических систем на всех уровнях управления (региональный, районный и локальный).

**Ключевые слова:** береговая эко-социо-экономическая система, локальный пространственный уровень, устойчивость, критериально-статистический подход, система индикаторов, Черное море, Краснодарский край

© Гогоберидзе Г. Г., Румянцева Е. А., Косьян Р. Д., 2022



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-45-230001 р\_а. Детальная информация по отдельным районам черноморского побережья от Таманского полуострова до Анапы получена в том числе при поддержке гранта РФФИ № 20-05-00009, от Анапы до реки Псоу при поддержке проекта РФФИ № 20-17-00060.

**Для цитирования:** Гогоберидзе Г. Г., Румянцева Е. А., Косьян Р. Д. Критериально-статистическая оценка устойчивости локальных береговых эко-социально-экономических систем черноморского побережья Краснодарского края // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 1. С. 113–131. doi:10.22449/2413-5577-2022-1-113-131

## **Criterion-Statistical Assessment of the Sustainability of Black Sea Local Coastal Eco-Socio-Economic Systems of the Krasnodar Krai**

**G. G. Gogoberidze<sup>1\*</sup>, E. A. Rumiantceva<sup>1</sup>, R. D. Kosyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia*

<sup>2</sup> *P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, South Branch, Gelendzhik, Russia*

*\*e-mail: gogoberidze.gg@gmail.com*

### **Abstract**

The marine coastal zone is characterized by extremely intense natural processes. It is also an area of particularly intense economic expansion. This makes it necessary to consider the coastal zone as a single eco-socio-economic system, which takes into account the variability of the spatial scale of the impact and stability of the existing processes – from local to district and further to regional and global levels. This requires comprehensive monitoring of the sustainability not only of regions but also of lower-level territories. However, at present, there are no unified methods for determining the sustainability of such coastal territorial systems. The paper proposes a criterion-statistical approach to assess the sustainability of local coastal eco-socio-economic systems in the form of a complex system of indicators by three factors of sustainability: natural-ecological, economic and social ones. As a result, it becomes possible to obtain quantitative estimates for individual factors and those in the form of a comprehensive integral index of the sustainability of the local coastal eco-socio-economic system. The application of the approach allows assessing the sustainability of local coastal systems and performing an appropriate spatial analysis, with the identification of stable (key) and unstable local coastal systems as territorial units of the local level of governance. This approach is universal and is approved in 18 local Black Sea coastal municipalities of the Krasnodar Krai. In the future, the approach will be used for implementation of the *Coastal eco-socio-economic systems of the Krasnodar Krai* GIS, which will allow for spatial territorial planning and forecasting of sustainable development of coastal eco-socio-economic systems at all levels of governance (regional, district and local).

**Keywords:** coastal eco-socio-economic system, local spatial level, sustainability, criterion-statistical approach, indicator system, Black sea, Krasnodar Krai

**Acknowledgments:** the reported study was funded by RFBR and Krasnodar Krai Administration, project number 19-45-230001. The detailed information on certain areas of the Black Sea coast from the Taman Peninsula to Anapa was obtained partly with the assistance of the RFBR (project number 20-05-00009) and that for areas from Anapa to the Psou River was obtained with the assistance of the RSF (project number 20-17-00060).

**For citation:** Gogoberidze, G.G., Rumiantceva, E.A. and Kosyan, R.D., 2022. Criterion-Statistical Assessment of the Sustainability of Black Sea Local Coastal Eco-Socio-Economic Systems of the Krasnodar Krai. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (1), pp. 113–131. doi:10.22449/2413-5577-2022-1-113-131

### **Введение**

Рассматривая различные виды экономической деятельности, реализующиеся в морях и океанах, необходимо отметить, что фактически все они тесно связаны с береговой зоной. Являясь естественным приграничным районом трех сред, она характеризуется крайне интенсивным взаимодействием природных процессов и увеличивающимися масштабами хозяйственной деятельности, что сопровождается в целом усилением антропогенного воздействия на природную среду. Это приводит к необходимости рассматривать береговую зону как единую эко-социо-экономическую систему, учитывающую изменчивость пространственных масштабов воздействия на природную среду и устойчивость происходящих процессов: от локального к районному и далее к региональному и глобальному уровням. При этом, говоря об устойчивости территориальных систем, в большинстве случаев рассматривают факторы и параметры устойчивости глобального и регионального масштабов, реже – районного пространственного уровня и совсем незначительное внимание уделяют локальным территориальным системам. Хотя управление территориями как эко-социо-экономическими системами зависит не только от экономических и общественных, но и от природных факторов и экосистемных закономерностей [1–4].

Таким образом, необходим комплексный мониторинг устойчивости территориальных объектов, включая эко-социо-экономический анализ факторов развития не только регионов в целом, но и территорий более низких иерархических уровней. В применении к локальному пространственному уровню такой подход позволит существенно повысить надежность и обоснованность прогнозов комплексного развития, отразит реализуемость стратегических целевых установок развития территорий высокого пространственного масштаба в целом (районов и регионов) [5–11].

В работе рассматривается критериально-статистический подход к оценке устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем, которая рассчитывается через совокупность индикаторов различных факторов устойчивости. В качестве локальной береговой системы рассматривается локальное приморское муниципальное образование в совокупности с внутренними водами. Примером таких береговых систем являются черноморские приморские муниципальные образования поселений Краснодарского края. Такой подход позволяет провести сравнительную оценку устойчивости локальных береговых систем как в целом, так и по различным составляющим, а также выявить наиболее значимые факторы, влияющие на устойчивость территориального приморского объекта.

### **Основные подходы к оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем**

Под устойчивостью системы понимается ее способность обеспечения нормального функционирования процессов ресурсопользования при текущей совокупности природных, экологических, социально-экономических и иных

факторов [1]. В настоящее время существуют различные подходы к оценке устойчивости эко-социо-экономических систем, в том числе ориентированные и на береговые территориальные образования. Однако бóльшая часть исследований концентрируется на уровне стран и регионов, тогда как на локальном уровне, за исключением городов, механизмы сбалансированного развития территорий рассмотрены слабо [10, 12, 13]. Ряд работ имеет при этом специализированный характер по территориальным образованиям определенного типа <sup>1)</sup>, в том числе береговым территориям [1, 13–18]. Кроме того, отдельные работы в той или иной мере содержат комплексный подход к оценке устойчивости территории, рассматривая эколого-экономическую, экономико-управленческую и иные взаимосвязи. Но эти исследования носят в большей части региональный характер [19–24].

Системы оценки устойчивости территорий на районном и локальном пространственных уровнях изучены слабее, прежде всего вследствие недостатка доступных статистических данных. Наибольшее распространение и развитие получили методы оценки социально-экономического развития территорий районных муниципальных субъектов Российской Федерации (РФ). Расчет устойчивости осуществляется на основе интегральных и частных критериев, отражая состояние (в основном социально-экономическое) муниципальных образований, похожим аспектам посвящены работы зарубежных авторов [25–29].

При построении систем индикаторов, позволяющих проводить оценку устойчивости территориальных образований, распространение получил главным образом статистический подход на основе официальных данных статистических агентств. Такой подход позволяет построить математическую модель и установить связь показателей различных рассматриваемых факторов, применяя методы дисперсионного анализа и регрессионную статистику уравнения парной регрессии. Подобные модели зачастую имеют привязку к конкретному региону <sup>2)</sup> или субъекту РФ [30–36].

В зарубежных методиках значительную роль играют экспертные системы, которые основываются в том числе на интегральном мнении приглашенных экспертов [12, 15, 26, 27, 29, 37–40]. Однако такие системы в основном носят общий характер, в результате чего итоговые оценки малоинформативны и неконкретны, кроме того, они сильно зависят от степени субъективности экспертов по отношению к рассматриваемому территориальному объекту.

Широкое применение первой группы статистических методов вполне объяснимо для регионального уровня, для которого имеется спектр статистических продуктов мирового, федерального и регионального уровней. Но для более низких территориальных уровней количество таких показателей резко падает, особенно для локальных муниципальных образований. Кроме того, большое значение приобретают природные параметры, такие как

---

<sup>1)</sup> Guideline on integrated coastal zone management in the Black Sea. Turkey: The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 2013. URL: [http://blacksea-commission.org/Downloads/Black\\_Sea\\_ICZM\\_Guideline/Black\\_Sea\\_ICZM\\_Guideline.pdf](http://blacksea-commission.org/Downloads/Black_Sea_ICZM_Guideline/Black_Sea_ICZM_Guideline.pdf) (дата обращения 11.03.2022).

<sup>2)</sup> *Бобылев С. Н., Зубаревич Н. В., Соловьева С. В.* Устойчивое развитие: методология и методики измерения. М. : Экономика, 2011. 358 с.

геоморфологические показатели устойчивости берегов, которые вообще отсутствуют в статистических сборниках. Такие параметры в большинстве случаев не поддаются строгим статистическим способам учета изменчивости. В данном случае необходимо использовать экспертно-критериальные подходы, которые позволяют дать количественную оценку элемента устойчивости береговой системы на основе экспертного мнения, но с использованием однозначной системы критериев и классификационных признаков [1, 15, 38–40].

В целом становится очевидной необходимость объединения этих двух рассмотренных методов в единый критериально-статистический подход к оценке устойчивости эко-социо-экономической береговой системы локального пространственного уровня.

### **Факторные элементы критериально-статистического подхода к оценке устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем**

Одним из основных и удобных методов оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем является индикаторный метод. Он основан на выделении основных факторов, определяющих устойчивость береговой территориальной системы, и разработке системы индикаторов, описывающих эти факторы. Такой подход позволяет как проводить оценку текущей устойчивости береговой системы, так и анализировать тенденции развития этой территориальной системы в целом и по отдельным факторам с учетом их взаимосвязи.

В отличие от береговых эко-социо-экономических систем регионального и районного уровней управления, для локального пространственного уровня характерно отсутствие явно выраженных геополитических, геоэкономических и иных долгосрочных факторов устойчивости. В связи с этим в качестве составляющих возможно рассмотрение трех факторов [1]: природно-экологического, экономического, социального.

Каждый из представленных факторов определяется набором индикаторов, значения которых рассчитываются на основе статистического или экспертно-критериального подходов.

Методики расчета индикаторов приводятся в [1] и основаны на следующих принципах.

1. Индикаторы представляются в безразмерном виде путем расчетного перехода от абсолютных значений показателей.

2. Индикаторы принимают значения от  $-1$  до  $+1$  (максимально отрицательная и максимально положительная степень воздействия рассматриваемого параметра на систему соответственно), что позволит сгладить сильно превалирующие индикаторы при оценке фактора устойчивости.

3. Индикаторы, полученные путем применения экспертно-критериального подхода, в минимальной степени характеризуются субъективным мнением экспертов и основаны на четких параметрических и пространственных показателях.

4. При расчетах в рамках одного фактора устойчивости и интегрального показателя учет индикаторов проводится без использования весовых функций [1, 12, 13, 17]. Их введение повлечет неоднозначность оценки важности каждого индикатора из-за искусственного превалирования или занижения какого-либо эко-социо-экономического направления.

5. В рамках одного фактора устойчивости индикаторы не зависят (отсутствует взаимное влияние) друг от друга.

Исходя из данных принципов для каждого рассматриваемого фактора устойчивости береговой эко-социо-экономической системы сформированы наборы из 8 индикаторов. Методики расчетов статистических индикаторов приводятся в [1], а первоисточниками экспертно-критериальных индикаторов<sup>1)</sup> являются [14, 15, 37–41].

Комплексный интегральный индекс устойчивости локальной береговой эко-социо-экономической системы рассчитывается как среднее всех индикаторов и позволяет разработать оценочную шкалу классов устойчивости. При этом в расчете интегральных показателей как совокупности отдельных индикаторов не используются какие-либо весовые функции, что позволяет избежать неоднозначности при оценке важности каждого индикатора [1, 17].

### **Алгоритмы расчетов индикаторов при оценке устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем**

#### ***Индикаторы природно-экологического фактора устойчивости***

##### **Индикатор геоморфологической устойчивости берегов**

Расчет значений индикатора проводится по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из экспертной оценки типизации берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы по пяти градациям: от скалистых и фьордовых берегов с крайне незначительной степенью эрозии (1 балл) до мелкопесчаных пляжей, включая песчаные отложения, солончаки, дельты и т. п. (5 баллов), – по формуле

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^5 \left( T_i \cdot \frac{P_i}{100} \right) - 1}{2} + 1, \quad (1)$$

где  $T_i$  – оценка градации  $i$ -го типа берега, целое число в пределах 1...5;  $p_i$  – доля протяженности берега  $i$ -го типа от общей протяженности берега, %.

##### **Индикатор отступления берегов**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (1) по методу критериальной оценки, исходя из оценки (по данным дистанционного зондирования) величины прироста или отступления берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы, типизированной по пяти градациям: от значений прироста берега более 2 м/год (1 балл) до значений отступления берега более 2 м/год (5 баллов).

##### **Индикатор неустойчивости (абразии) берегов**

Расчет значений индикатора проводится по методу критериальной оценки, исходя из отношения протяженности абразионных разрушающихся берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы к общей протяженности ее береговой линии, – по формуле

$$I_{AS} = 1 - 2 \cdot \frac{L_{Us}}{L_C}, \quad (2)$$

где  $L_{Us}$  – протяженность абразионных берегов, км;  $L_C$  – общая протяженность исследуемого участка берега, км.

### Индикатор укрепленных берегов

Расчет значений индикатора проводится по методу критериальной оценки, исходя из отношения протяженности укрепленных берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы к общей протяженности ее береговой линии, – по формуле

$$I_{FC} = 2 \cdot \frac{L_{FC}}{L_C} - 1, \quad (3)$$

где  $L_{FC}$  – протяженность берега с положительной оценкой по рассматриваемому параметру, км.

### Индикатор незагрязненных участков берегов

Расчет значений индикатора проводится по формуле (3) по методу критериальной оценки, исходя из отношения протяженности незагрязненных участков берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы к общей протяженности ее береговой линии.

### Индикатор интенсивности природных угроз

Расчет значений индикатора осуществляется по методу критериальной оценки и включает следующий набор параметров:

1) повторяемость штормов при ветре скоростью более 15 м/с, по пяти градациям в диапазоне от < 5 % (1 балл) до > 12 % (5 баллов);

2) высота волн 3 %-ной обеспеченности, по пяти градациям в диапазоне от < 1 м (1 балл) до > 4 м (5 баллов);

3) высота приливов, по пяти градациям в диапазоне от < 0.3 м (1 балл) до > 2 м (5 баллов).

Формула расчета имеет вид

$$I_{GS} = \frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^5 (W_i \cdot p_i) + \sum_{i=1}^5 (Wa_i \cdot p_i) + \sum_{i=1}^5 (Ti_i \cdot p_i)}{6}, \quad (4)$$

где оценка градации  $i$ -го типа берега определяется по следующим параметрам:  $W_i$  – по 1-му, целое число в пределах 1...5;  $Wa_i$  – по 2-му, целое число в пределах 1...5;  $Ti_i$  – по 3-му, целое число в пределах 1...5.

Значение каждой характеристики рассчитывается по процентному соотношению типов берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы с соответствующей оценкой к общей протяженности ее береговой линии.

### Индикатор ООПТ

Расчет значений индикатора проводится с учетом степени отклонения площади ООПТ, расположенных на территории локального приморского муниципалитета, от общей площади ООПТ, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу площади – по формуле

$$I_{PA} = \begin{cases} \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} - 1 & \text{при } \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} \leq 2, \\ 1 & \text{при } \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} > 2, \end{cases} \quad (5)$$

где  $PA_L$  – значение параметра для муниципального образования;  $PA_F$  – зна-

чение параметра для РФ в целом;  $S_L$  – значение нормировочного показателя для муниципального образования;  $S_F$  – значение нормировочного показателя для РФ в целом.

**Индикатор вывоза твердых коммунальных отходов**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (5) с учетом степени отклонения величины вывоза твердых коммунальных отходов от источников, расположенных на территории локального приморского муниципалитета, от общей величины вывоза твердых коммунальных отходов от источников, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

### ***Индикаторы экономического фактора устойчивости***

**Индикатор рекреационной привлекательности береговой системы**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (1) по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из экспертной оценки типизации берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы по пяти градациям: от крайне высокой степени рекреационной привлекательности (1 балл) до ее отсутствия (5 баллов).

**Индикатор интенсивности проявления техногенных угроз**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (1) по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из экспертной оценки типизации берегов локальной береговой эко-социо-экономической системы по пяти градациям: от фактического отсутствия техногенных угроз для приморской территории (1 балл) до абсолютно техногенной приморской территории (5 баллов).

**Индикатор развития транспортной инфраструктуры**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (5) с учетом степени отклонения величины протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием, расположенных на территории локального приморского муниципалитета, от величины протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу площади.

**Индикатор доходов бюджета**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (5) с учетом степени отклонения величины доходов местного бюджета локального приморского муниципалитета от суммарной величины доходов местных бюджетов всех локальных муниципалитетов, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

**Индикатор инвестиций**

Расчет значений индикатора проводится по формуле (5) с учетом степени отклонения величины инвестиций в основной капитал локального приморского муниципалитета от суммарной величины инвестиций в основной капитал для всех локальных муниципалитетов, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

### Индикатор туристического потенциала

Расчет значений индикатора проводится по двум параметрам (число мест в коллективных средствах размещения (параметр 1) и число коллективных средств размещения (параметр 2)) по формуле

$$I_{TP} = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{P1_L/S_L}{P1_F/S_F} + \frac{P2_L/S_L}{P2_F/S_F} \right) - 1, \quad (6)$$

где  $P1_L$  – значение параметра 1 для муниципального образования;  $P1_F$  – значение параметра 1 для РФ;  $P2_L$  – значение параметра 2 для исследуемого приморского муниципального образования;  $P2_F$  – значение параметра 2 для РФ.

В расчете используется методика вычисления отклонения значения каждого из параметров локального приморского муниципалитета от суммарной величины параметра для всех локальных муниципалитетов, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

### Индикатор дотируемости из бюджетов РФ

Расчет значений индикатора проводится с учетом степени отклонения величины дотаций в бюджет локального приморского муниципалитета из федерального бюджета РФ от суммарной величины дотаций в бюджеты всех локальных муниципалитетов РФ из федерального бюджета, с нормированием на единицу величины бюджета, – по формуле

$$I_{PA} = \begin{cases} 1 - \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} & \text{при } \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} \leq 2, \\ -1 & \text{при } \frac{PA_L/S_L}{PA_F/S_F} > 2. \end{cases}$$

### Индикатор грузооборота портовых хозяйств

Расчет значений индикатора проводится с учетом степени отклонения величины грузооборота портовых хозяйств, расположенных на территории локального приморского муниципалитета, от максимальной величины грузооборота портовых хозяйств, расположенных на территории одного муниципального образования РФ, – по формуле

$$I_{HT} = 2 \cdot \frac{H_L}{H_{\max} - 1},$$

где  $H_L$  – величина грузооборота портовых хозяйств, расположенных на территории муниципального образования, млн т;  $H_{\max}$  – максимальная величина грузооборота портовых хозяйств, расположенных на территории одного муниципального образования РФ, млн т.

### *Индикаторы социального фактора устойчивости*

#### Индикатор социо-экономической значимости

Расчет значений индикатора проводится по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из наличия объектов определенного типа на территории локального приморского муниципалитета, и включает следующий набор параметров:

- поселения, по пяти градациям: от их отсутствия (1 балл) до наличия мегаполиса (5 баллов);
- объекты культурного наследия, по двум градациям: их отсутствия (1 балл) и их наличия (5 баллов);
- автомобильные дороги, по пяти градациям: от их отсутствия (1 балл) до шоссе федерального значения (5 баллов);
- железнодорожная сеть, по двум градациям: их отсутствия (1 балл) и их наличия (5 баллов);
- тип землепользования, по пяти градациям: от невозможности хозяйственного землепользования в связи с характером местности (1 балл) до наличия крупных антропогенных объектов в виде предприятий, портовых комплексов и т. п. (5 баллов);
- особо охраняемые природные территории (ООПТ), по пяти градациям: от их отсутствия (1 балл) до природного памятника ЮНЕСКО (5 баллов).

Формула расчета имеет вид

$$I_{SEI} = \frac{S_S + S_{CH} + S_{HW} + S_{RW} + S_{LU} + S_{PA}}{12} - \frac{3}{2},$$

где  $S_S$  – оценка с учетом типа поселений, целое число в пределах 1...5;  $S_{CH}$  – оценка с учетом типа объектов культурного наследия, целое число 1 или 5;  $S_{HW}$  – оценка с учетом типа автомобильных дорог, целое число в пределах 1...5;  $S_{RW}$  – оценка с учетом типа железнодорожной сети, целое число 1 или 5;  $S_{LU}$  – оценка с учетом типа землепользования, целое число в пределах 1...5;  $S_{PA}$  – оценка с учетом типа ООПТ, ед.

При этом, если при рассмотрении одного параметра имеется нескольких объектов разных градаций, в расчет принимается одно наибольшее значение.

Индикатор проводимых мероприятий по повышению устойчивости береговой системы

Расчет значений индикатора проводится по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из экспертной оценки количества и качества проводимых мероприятий на территории локального приморского муниципалитета по повышению устойчивости и сохранению береговой системы, по пяти градациям: от высокой степени заинтересованности и количества мероприятий (1 балл) до отсутствия каких-либо мероприятий и заинтересованности в их проведении (5 баллов). При этом значение индикатора производится для муниципалитета в целом.

Индикатор степени нарушенности природного ландшафта и необходимости его восстановления и поддержания

Расчет значений индикатора проводится для участков берегов локального приморского муниципалитета по методу экспертно-критериальной оценки и включает следующий набор параметров:

1) степень нарушенности природного берегового ландшафта вследствие антропогенной деятельности, по пяти градациям: от отсутствия какой-либо нарушенности (1 балл) до полной техногенной преобразованности ландшафта (5 баллов);

2) степень необходимости (возможности и важности) восстановления природного берегового ландшафта, по пяти градациям: от отсутствия

необходимости (возможности и важности) восстановления ландшафта (1 балл) до обязательной задачи по восстановлению ландшафта, в том числе путем создания ООПТ и прекращения хозяйственной деятельности (5 баллов).

Формула расчета имеет вид

$$I_{CL} = \frac{\sum_{i=1}^5 (V_i \cdot p_i) + \sum_{i=1}^5 (R_i \cdot p_i)}{4} + \frac{1}{2},$$

где  $V_i$  – оценка градации  $i$ -го типа берега по 1-му, целое число в пределах 1...5;  $R_i$  – оценка градации  $i$ -го типа берега по 2-му, целое число в пределах 1...5.

Индикатор наличия плана развития территории

Расчет значений индикатора проводится по методу экспертно-критериальной оценки, исходя из экспертной оценки степени учета в плане территориального развития локального приморского муниципалитета особенностей береговой системы, ее устойчивого развития и сохранения береговых ландшафтов по пяти градациям: от наличия в плане территориального развития отдельного раздела по устойчивому развитию береговой системы и дорожной карты мероприятий по реализации этого раздела плана (1 балл) до отсутствия плана как такового (5 баллов). При этом значение индикатора производится для муниципалитета в целом.

Индикатор обеспеченности условиями проживания

Расчет значений индикатора проводится по формуле (5) с учетом степени отклонения площадей введенных в действие жилых домов, расположенных на территории локального приморского муниципалитета, от общей площади введенных в действие жилых домов, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

Индикатор обеспеченности населения объектами социальной инфраструктуры

Расчет значений индикатора проводится по формуле (6) по двум параметрам:

- 1) количество общеобразовательных организаций (параметр 1);
- 2) количество организаций здравоохранения (параметр 2).

В расчете используется методика вычисления отклонения величины каждого из параметров локального приморского муниципалитета от суммарной величины параметра для всех локальных муниципалитетов, расположенных на территории РФ (как территории более высокого пространственного уровня), с нормированием на единицу численности населения.

Индикатор прироста населения

Расчет значений индикатора проводится по формуле

$$I_{PG} = \begin{cases} \frac{B_L}{B_F} - \frac{Mor_L}{Mor_F} & \text{при } \left( \frac{B_L}{B_F} - \frac{Mor_L}{Mor_F} \right) \leq 1, \\ 1 & \text{при } \left( \frac{B_L}{B_F} - \frac{Mor_L}{Mor_F} \right) > 1, \end{cases}$$

где  $B_L$  – коэффициент рождаемости для муниципального образования, %;

$B_F$  – коэффициент рождаемости для РФ, ‰;  $Mor_L$  – коэффициент смертности для муниципального образования, ‰;  $Mor_F$  – коэффициент смертности для РФ, ‰.

В расчете используется методика вычисления отклонения значений каждого из параметров для локального приморского муниципалитета от значения параметра для РФ (как территории более высокого пространственного уровня) в целом.

Индикатор величины миграционного баланса населения

Расчет значений индикатора проводится по формуле как среднее от значений, получаемых:

1) по степени отклонения значения миграционного прироста/оттока для локального приморского муниципалитета от значения параметра для РФ (как территории более высокого пространственного уровня);

2) по степени отклонения значений миграционного прироста/оттока для локального приморского муниципалитета от его экстремальных значений по всей совокупности локальных муниципальных образований Краснодарского края.

$$I_M = \begin{cases} \frac{M_L - M_{Lmin}}{M_{Lmax} - M_{Lmin}} & \text{при } \frac{M_L/H_L}{M_F/H_F} > 2, \\ \frac{M_L - M_{Lmin}}{M_{Lmax} - M_{Lmin}} - 1 & \text{при } \frac{M_L/H_L}{M_F/H_F} < 0, \\ \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{M_L/H_L}{M_F/H_F} + \frac{M_L - M_{Lmin}}{M_{Lmax} - M_{Lmin}} \right) - \frac{1}{2} & \text{при } 0 \leq \frac{M_L/H_L}{M_F/H_F} \leq 2, \end{cases}$$

где  $M_L$  – миграционный прирост/отток для муниципального образования, чел.;  $M_F$  – миграционный прирост/отток для РФ, чел.;  $M_{Lmin}$  – минимальное значение миграционного прироста/оттока для всей совокупности муниципальных образований региона, чел.;  $M_{Lmax}$  – максимальное значение миграционного прироста/оттока для всей совокупности муниципальных образований региона, чел.

### **Критериально-статистическая оценка устойчивости черноморских локальных береговых эко-социо-экономических систем**

Полученная система критериально-статистической оценки устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем апробировалась для локальных муниципальных образований, являющихся частью районных муниципальных образований Краснодарского края, выходящих к Черному морю. Всего таким образом рассматривались 18 локальных береговых систем, в том числе:

– восемь локальных муниципальных образований Темрюкского района (Темрюкское городское поселение и сельские поселения: Голубицкое, Ахтанизовское, Фонталовское, Запорожское, Сенное, Таманское, Новотаманское);

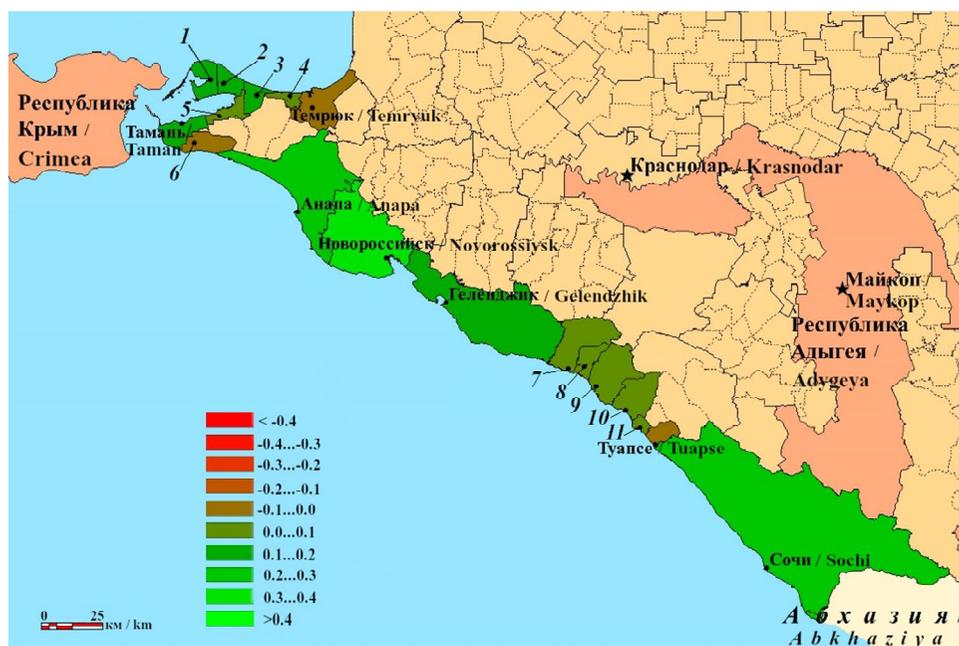
- город-курорт Анапа;
- город Новороссийск;
- город-курорт Геленджик;

– шесть локальных муниципальных образований Туапсинского района (городские поселения: Джубгское, Новомихайловское, Туапсинское; сельские поселения: Тенгинское, Небугское, Шепсинское);

– город-курорт Сочи.

В качестве исходных данных использовалась статистическая информация из открытых источников и администраций приморских муниципалитетов районного и местного уровней управления за 2019 г., а также данные спутникового зондирования и полевых исследований, проводимых в рамках реализации указанных выше проектов. Шкала оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем по факторам и комплексному индексу состоит из 10 градаций: от  $-0.4$  и ниже (катастрофическая неустойчивость) до  $0.4$  и выше (значительная устойчивость, благоприятная ситуация).

На основе совокупности всех факторов и комплексного индекса устойчивости в 2019 г. из всех локальных береговых эко-социо-экономических систем черноморского побережья Краснодарского края наиболее устойчивым является город Новороссийск (значение комплексного индекса устойчивости составляет  $0.34$ ), что связано с достаточно высокими значениями всех индексов (см. таблицу, рисунок). Следом идут города-курорты Анапа и Сочи со значениями индекса  $0.24$  и  $0.22$  соответственно.



Комплексный индекс устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем черноморского побережья Краснодарского края, 2019 г. (1 – Запорожская; 2 – Фонталовская; 3 – Ахтанизовская; 4 – Голубицкая; 5 – Сенной; 6 – Таманский; 7 – Джубга; 8 – Тенгинка; 9 – Новомихайловский; 10 – Небуг; 11 – Шепси)

Comprehensive integral index of the stability of local Black Sea coastal eco-socio-economic systems of the Krasnodar Krai, 2019 (1 – Zaporozhskaya; 2 – Fontalovskaya; 3 – Akhtanizovskaya; 4 – Golubitskaya; 5 – Sennoy; 6 – Tamansky; 7 – Dzhubga; 8 – Tenginka; 9 – Novomikhaylovskoe; 10 – Nebug; 11 – Shepsi)

Оценка факторов и интегрального индекса устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем (локальных муниципалитетов) черноморского побережья Краснодарского края

Factors and comprehensive integral index of the sustainability estimation for the Black Sea local coastal eco-socio-economic systems (local municipalities) of the Krasnodar Krai

Локальный муниципалитет / Local municipality	Природно-экологический фактор / Natural-ecological factor	Экономический фактор / Economic factor	Социальный фактор / Social factor	Интегральный индекс устойчивости / Integral sustainability index
Темрюкское ГП / Temryuk US	0.04	-0.03	-0.11	-0.03
Голубицкое СП / Golubitskaya RS	-0.16	0.11	0.12	0.02
Ахтанизовское СП / Ahktanizovskaya RS	-0.17	0.30	0.17	0.10
Фонталовское СП / Fontalovskaya RS	-0.01	0.11	0.23	0.11
Запорожское СП / Zaporozhskaya RS	0.11	0.20	0.11	0.14
Сенное СП / Sennoy RS	-0.19	0.20	0.11	0.04
Таманское СП / Taman RS	-0.05	0.36	0.06	0.12
Новотаманское СП / Novotaman RS	-0.12	-0.07	0.07	-0.04
Город-курорт Анапа / Anapa Resort City	-0.06	0.18	0.61	0.24
Город Новороссийск / Novorossiysk City	0.24	0.52	0.27	0.34
Город-курорт Геленджик / Gelendzhik Resort City	0.03	0.28	0.11	0.14
Джубгское ГП / Dzhubga MS	0.00	0.06	0.06	0.04
Тенгинское СП / Tenginka RS	-0.07	0.11	-0.02	0.01
Новомихайловское ГП / Novomikhaylovskoe US	0.05	0.16	0.04	0.09
Небугское СП / Nebug RS	0.03	0.13	0.06	0.07
Туапсинское ГП / Tuapse US	0.28	0.26	-0.27	0.09
Шепсинское СП / Shepsi RS	-0.16	0.06	0.01	-0.03
Город-курорт Сочи / Sochi Resort City	0.14	0.18	0.36	0.22

Примечание: ГП – городское поселение; СП – сельское поселение.

Note: US – urban settlement; RS – rural settlement.

## **Заключение**

В результате проведенной работы представлен критериально-статистический подход к комплексной оценке устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем на основе индикаторного подхода. Благодаря использованию совокупностей индикаторов по трем факторам устойчивости (природно-экологический, экономический, социальный) становится возможным получить количественные оценки устойчивости по отдельным факторам и комплексного интегрального индекса устойчивости локальной береговой эко-социо-экономической системы.

Рассмотренный подход позволяет проводить:

- комплексный анализ устойчивости локальной береговой эко-социо-экономической системы с выделением факторов устойчивости и неустойчивости;
- оценку устойчивости локальных береговых систем и соответствующий пространственный анализ с выявлением устойчивых (узловых) и неустойчивых локальных береговых систем как территориальных единиц локального уровня управления.

Критериально-статистический подход к оценке устойчивости береговых систем апробирован на 18 локальных приморских муниципальных образованиях районов черноморского побережья Краснодарского края. В результате было показано, что наиболее устойчивым из локальных береговых систем является город Новороссийск со значением комплексного индекса устойчивости 0.34, что связано с достаточно высокими значениями индексов по всем факторам устойчивости. Наименьшую устойчивость имеют локальные береговые системы Темрюкского (Темрюкское городское поселение и Новотаманское сельское поселение) и Туапсинского (Шепсинское сельское поселение) районов, и основной негативный вклад в оценку устойчивости для этих береговых систем вносит природно-экологический фактор. В целом локальные береговые системы черноморского побережья Краснодарского края имеют положительные значения комплексного индекса устойчивости, и основной вклад вносит высокий туристический потенциал, уровень развития транспортной инфраструктуры, устойчивая социально-демографическая ситуация и высокая степень природно-экологической устойчивости.

Данный подход является универсальным и может быть использован в других приморских регионах РФ для оценки устойчивости локальных береговых эко-социо-экономических систем. В дальнейшем при реализации ГИС-оболочки «Береговые эко-социо-экономические системы Краснодарского края» этот подход позволит осуществлять пространственное территориальное планирование и прогноз устойчивого развития береговых эко-социо-экономических систем на всех уровнях управления (региональный, районный и локальный) с учетом средне- и долгосрочной природной, экологической и социально-экономической динамики изменчивости в целях повышения эффективности принятия управленческих природопользовательских решений в морской береговой зоне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гогоберидзе Г. Г., Косьян Р. Д., Румянцева Е. А.* Методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем на основе индикаторного подхода // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2020. № 3. С. 122–141. doi:10.22449/2413-5577-2020-3-122-141
2. Безопасное эколого-социально-экономическое развитие территорий: значимость локального уровня управления / А. Ю. Даванков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2019. № 3. С. 33–40.
3. *Посталюк М. П., Розанова Л. Н.* Территориальные социо-эколого-экономические системы: проблема устойчивости // Проблемы современной экономики. 2013. № 3. С. 426–432.
4. *Татаркин А. И.* Региональная направленность экономической политики Российской Федерации как института пространственного обустройства территорий // Экономика региона. 2016. Т. 12, вып. 1. С. 9–27.
5. Системный анализ в управлении устойчивым региональным развитием / М. Ф. Баранская [и др.] // Фундаментальные исследования. 2015. № 8–3. С. 543–548.
6. *Дорошенко С. В., Третьяк А. Н., Илинбаева Е. А.* Концепция стратегии социально-экономического развития субрегионального образования // Региональная экономика и управление. 2014. № 2. С. 64–79.
7. *Зубаревич Н. В.* Региональное развитие и региональная политика в России // ЭКО. 2014. № 4. С. 6–24.
8. *Севастьянова А. Е.* Анализ стратегического соответствия факторов социально-экономического развития на субрегиональном уровне // Идеи и идеалы. 2020. Т. 12, № 2–2. С. 279–296. doi:10.17212/2075-0862-2020-12.2.2-279-296
9. *Тажитдинов И. А.* Субрегион как особое звено территориально-экономической системы: сущность, особенности функционирования и управления // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 1. С. 191–197.
10. *Бакланов П. Я.* Территориальные социально-экономические системы в региональном развитии // Известия РАН. Серия географическая. 2017. № 4. С. 7–16. doi:10.7868/S0373244417040016
11. *Capello R., Nijkamp P.* Introduction: Regional Growth and Development Theories in the Twenty-First Century – Recent Theoretical Advances and Future Challenges // Handbook of Regional Growth and Development Theories. Cheltenham : Edward Elgar, 2009. P. 1–18.
12. *Belfiore S.* The growth of integrated coastal management and the role of indicators in integrated coastal management: introduction to the special issue // Ocean & Coastal Management. 2003. Vol. 46, iss. 3–4. P. 225–234. doi:10.1016/S0964-5691(03)00005-X
13. *Bowen R. E., Riley C.* Socio-economic indicators and integrated coastal management // Ocean & Coastal Management. 2003. Vol. 46, iss. 3–4. P. 299–312. doi:10.1016/S0964-5691(03)00008-5
14. *Косьян Р. Д., Крыленко В. В.* Основные критерии комплексной классификации азово-черноморских берегов России // Океанология. 2018. Т. 58, № 3. С. 501–511. doi:10.7868/S0030157418030140
15. *Крыленко М. В., Косьян Р. Д.* Использование системы критериев для комплексной оценки состояния островных дальневосточных побережий России // Известия РАН. Серия географическая. 2020. № 1. С. 69–79. doi:10.31857/S2587556620010112

16. *Никитина Т. И.* Комплексная методика оценки уровня устойчивого социально-экономического развития сельских территорий // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 106–112.
17. *Gogoberidze G.* Tools for comprehensive estimate of coastal region marine economy potential and its use for coastal planning // Journal of Coastal Conservation. 2012. Vol. 16, iss. 3. P. 251–260. doi:10.1007/s11852-011-0155-2
18. *Cardoso da Silva M., Carmona Rodrigues A.* Environmental indicators as tools for the management of estuaries – Methodology and case study of the Tejo estuary // Journal of Coastal Conservation. 2004. Vol. 10, iss. 1–2. P. 13–24. [https://doi.org/10.1652/1400-0350\(2004\)010\[0013:EIATFT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1652/1400-0350(2004)010[0013:EIATFT]2.0.CO;2)
19. *Бубенова Л. А.* Взаимосвязь между социально-экономическими показателями и индексами оценки качества государственного управления // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10, № 9. С. 2291–2306. doi:10.18334/erpp.10.9.110817
20. Берега / П. А. Каплин [и др.]. М. : Мысль, 1991. 479 с.
21. *Кожевников С. А., Ворошилов Н. В.* Актуальные вопросы оценки эффективности государственного управления в современной России // Проблемы развития территории. 2017. № 6. С. 35–52.
22. *Кузнецов А. П., Селименков Р. Ю.* Устойчивое развитие региона: эколого-экономические аспекты. Вологда : ИСЭРТ РАН, 2015. 136 с.
23. *Шеломенцев А. Г., Беляев В. Н., Илинбаева Е. А.* Оценка взаимосвязи экономического роста и экологической нагрузки в регионах Урала // Вестник ОГУ. 2014. № 6. С. 158–163.
24. *Stimson R. J., Stough R. R., Roberts B. H.* Regional Economic Development. Analysis and Planning Strategy. Berlin ; Heidelberg : Springer Verlag, 2006. 458 p. doi:10.1007/3-540-34829-8
25. Ландшафтно-экологическая оценка муниципальных районов Воронежской области / А. С. Горбунов [и др.]. Воронеж : Истоки, 2017. 167 с.
26. The delimitation of areas of strategic intervention in Poland: A methodological trial and its results / J. Banski [et al.] // Moravian Geographical Reports. 2018. Vol. 26, iss. 2. P. 84–94. doi:10.2478/mgr-2018-0007
27. An overview of sustainability assessment methodologies / R. S. Kumar [et al.] // Ecological Indicators. 2009. Vol. 9, iss. 2. P. 189–212. doi:10.1016/j.ecolind.2008.05.011
28. *Liverman D. M.* Geographic perspectives on development goals: Constructive engagements and critical perspectives on the MDGs and the SDGs // Dialogues in Human Geography. 2018. Vol. 8, iss. 2. P. 168–185. doi:10.1177/2043820618780787
29. *Wong C., Baker M., Kidd S.* Monitoring spatial strategies: the case of local development documents in England // Environment and Planning C: Government and Policy. 2006. Vol. 24, iss. 4. P. 533–552. doi:10.1068%2Fc0553
30. Статистические методы анализа региональной экономики: монография / Л. П. Бакуменко [и др.]. Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2019. 184 с.
31. *Бирюкова М. В., Ефремов А. В.* Критерии оценки региональной дифференциации развития // Поиск (Волгоград). 2016. № 1(3). С. 216–218.
32. Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение / С. Н. Бобылев [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2018. № 2. С. 21–33.
33. *Дегтярев К. С.* Экономико-географическое районирование Республики Калмыкия // Известия РГО. 2020. Т. 152, № 1. С. 31–46. doi:10.31857/S0869607120010036

34. Казакова Т. Л. Разработка системы индикаторов устойчивого развития для Центрального Черноземья // Региональные исследования. 2008. № 1. С. 20–23.
35. Кулаковский Е. С. Индикаторы устойчивого социально-экономического развития в принятии управленческих решений на уровне муниципальных районов (на примере Воронежской области) // Региональные исследования. 2019. № 2. С. 25–35. doi:10.5922/1994-5280-2019-2-3
36. Хавроничев В. И., Тюлю Г. М. Статистический анализ влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие территории // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: экономика и экологический менеджмент. 2020. № 2. С. 46–57. doi:10.17586/2310-1172-2020-13-2-46-57
37. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures / Edited by B. Lim, E. Spanger-Siegfried. UK : UNDP, Cambridge University Press, 2004. URL: <https://www.adaptation-undp.org/resources/training-tools/adaptation-policy-frameworks> (дата обращения 10.03.2022).
38. Ballesteros C., Jiménez J. A., Viavattene C. A multi-component flood risk assessment in the Maresme coast (NW Mediterranean) // Natural Hazards. 2018. Vol. 90, iss. 1. P. 265–292. doi:10.1007/s11069-017-3042-9
39. Comparison of Coastal Vulnerability Index applications for Barcelona Province / A. Koroglua [et al.] // Ocean and Coastal Management. 2019. Vol. 178. 104799. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.05.001
40. McLaughlin S., McKenna J., Cooper. J. A. G. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities // Journal of Coastal Research. 2002. Iss. 36, iss. 1. P. 487–497. doi:10.2112/1551-5036-36.sp1.487
41. Горячкин Ю. Н., Косьян Р. Д., Крыленко В. В. Природно-хозяйственная оценка берегов западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. Вып. 3. С. 41–55. doi:10.22449/2413-5577-2018-3-41-55

Поступила 10.07.2021 г.; одобрена после рецензирования 11.08.2021 г.; принята к публикации 4.02.2022 г.; опубликована 25.03.2022 г.

*Об авторах:*

**Гогоберидзе Георгий Гививич**, ведущий научный сотрудник, Мурманский арктический государственный университет (183038, Россия, Мурманск, ул. Капитана Егорова, д. 15), доктор экономических наук, доцент, **ORCID ID: 0000-0002-0537-0268**, **Scopus Author ID: 6507697703**, **ResearcherID: E-6597-2014**, [gogoberidze.gg@gmail.com](mailto:gogoberidze.gg@gmail.com)

**Румянцева Екатерина Александровна**, старший научный сотрудник, Мурманский арктический государственный университет (183038, Россия, Мурманск, ул. Капитана Егорова, д. 15), кандидат физико-математических наук, **ORCID ID: 0000-0003-2916-3092**, **Scopus Author ID: 57205164298**, **ResearcherID: T-2221-2018**, [rumkate@rambler.ru](mailto:rumkate@rambler.ru)

**Косьян Рубен Дереникович**, главный научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Южное отделение (353467, Россия, Геленджик, Краснодарский край, ул. Просторная, д. 1г), доктор географических наук, профессор, **ORCID ID: 0000-0003-0788-6644**, **Scopus Author ID: 57200034429**, **ResearcherID: C-5154-2014**, [rkosyan@hotmail.com](mailto:rkosyan@hotmail.com)

*About the authors:*

**George G. Gogoberidze**, Leading Research Associate, Murmansk Arctic State University (15 Kapitana Egorova St., Murmansk, 183038, Russian Federation), Dr.Sci. (Econ.), Associate Professor, **ORCID ID: 0000-0002-0537-0268**, **Scopus Author ID: 6507697703**, **ResearcherID: E-6597-2014**, *gogoberidze.gg@gmail.com*

**Ekaterina A. Rumiantceva**, Senior Research Associate, Murmansk Arctic State University (15 Kapitana Egorova St., Murmansk, 183038, Russian Federation), Ph.D. (Phys.-Math.), **ORCID ID: 0000-0003-2916-3092**, **Scopus Author ID: 57205164298**, **ResearcherID: T-2221-2018**, *rumkate@rambler.ru*

**Ruben D. Kosyan**, Chief Research Associate, P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, South Branch (1G Prostornaya St., Gelendzhik, Krasnodar Krai, 353467, Russian Federation), Dr.Sci. (Geogr.), Professor, **ORCID ID: 0000-0003-0788-6644**, **Scopus Author ID: 57200034429**, **ResearcherID: C-5154-2014**, *rkosyan@hotmail.com*

*Заявленный вклад авторов:*

**Гогоберидзе Георгий Гививич** – общее научное руководство исследованием, формулировка целей и задач исследования, разработка методологии и подходов, разработка факторных подсистем, формулирование направлений дальнейших исследований, обсуждение результатов работы, формулирование выводов, подготовка текста статьи

**Румянцова Екатерина Александровна** – обзор литературы по проблеме исследования, разработка факторных подсистем, сбор информации для проведения расчетов, анализ полученных расчетных результатов, обсуждение материалов статьи и результатов работы, подготовка текста статьи, доработка текста

**Косьян Рубен Дереникович** – разработка факторных подсистем, сбор информации для проведения расчетов, формулирование направлений дальнейших исследований, обсуждение материалов статьи и результатов работы, формулирование выводов, доработка текста

*Contribution of the authors:*

**George G. Gogoberidze** – general research supervision, study goal and objective statement, development of methods and approaches, development of factor subsystems, direction statement for further research, discussion of the results, formulation of conclusions, paper preparation

**Ekaterina A. Rumiantceva** – source review on the research problem, development of factor subsystems, information collection for calculations, analysis of the obtained results, discussion of the paper materials and results, paper preparation, text improvement

**Ruben D. Kosyan** – development of factor subsystem, information collection for calculations, direction statement for further research, discussion of the paper materials and results, formulation of conclusions, text improvement