

Методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем на основе индикаторного подхода

Г. Г. Гогоберидзе^{1*}, Р. Д. Косьян², Е. А. Румянцева¹

¹ Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия

² Институт океанологии им. П. П. Шириова РАН, Геленджик, Россия

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

Поступила 02.07.2020 г.; принята к публикации 10.08.2020 г.; опубликована 25.09.2020 г.

В настоящее время не существует унифицированного подхода к оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем как отдельных объектов комплексного изучения и прогноза их состояния, обусловленного воздействием различного рода факторов. В работе предлагается методика комплексной оценки устойчивости таких систем при решении задач территориального планирования и социально-экономического развития морехозяйственного комплекса на основе индикаторного подхода. Основной новизной является использование совокупности аналитического, индикаторного и геоинформационного методов на основе анализа статистической информации. В результате разработана унифицированная и количественно обоснованная методика многофакторной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем, что дает возможность не только проводить анализ полученных численных оценок факторов устойчивости, но и оценивать и анализировать тренды развития системы. Предлагается использование комплексной индикаторной системы, состоящей из пяти факторных подсистем: общеэкономической, социально-демографической, ресурсно-отраслевой, природно-экологической и политико-географической. Благодаря индикаторному подходу и использованию численных статистических параметров, появляется возможность получения количественных оценок устойчивости как по отдельным факторам, так и по их совокупности в виде комплексного интегрального показателя устойчивости береговой эко-социо-экономической системы. Подобная методика может быть использована на региональном и районном пространственных уровнях, что позволит проводить пофакторный анализ устойчивости береговой эко-социо-экономической системы, пространственный анализ различных береговых систем одного пространственного уровня (регион, район, локальное образование и т. д.), а также временной анализ с выявлением трендов изменчивости. Реализация методики в виде ГИС-оболочки «Береговые эко-социо-экономические системы» даст возможность осуществлять пространственное территориальное планирование и прогноз устойчивого развития береговых эко-социо-экономических систем с учетом средне- и долгосрочных экологических и социально-экономических изменений, а также будет способствовать повышению эффективности принятия управленческих решений.

© Гогоберидзе Г. Г., Косьян Р. Д., Румянцева Е. А., 2020



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

Ключевые слова: береговая эко-социо-экономическая система, устойчивость, индикаторный подход, геоинформационный метод.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-45-230001р_а. Сбор материалов для статьи выполнен при поддержке РФФИ в рамках проектов № 20-05-00009 и 20-05-00312 и Российского научного фонда в рамках проекта № 20-17-00060.

Для цитирования: 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

Method for Comprehensive Assessment of Stability of Coastal Eco-Socio-Economic Systems on the Indicator Approach

G. G. Gogoberidze^{1*}, R. D. Kosyan², E. A. Rumiantceva¹

¹ Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

² Shirshov Institute of Oceanology RAS, Gelendzhik, Russia

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

Submitted 02.07.2020; revised 10.08.2020; published 25.09.2020

Currently, there is no unified approach to determining the assessment of stability of coastal eco-socio-economic systems as separate objects of study and forecasting their state caused by influence of various factors. The paper proposes a methodology for comprehensive assessment of stability of such systems in tasks of spatial planning and socio-economic development of a maritime complex based on an indicator approach. The main novelty is the use of a combination of analytical, indicator and geoinformation methods based on the analysis of statistical information. The result is a unified and quantitative methodology of multifactor sustainability assessment of coastal eco-socio-economic systems, which gives the opportunity not only to analyze numerical estimates of sustainability, but also to evaluate and analyze trends of the system. It is proposed to use a comprehensive indicator system consisting of five factor subsystems: general economic, socio-demographic, resource-industrial, nature-environmental and political-geographical. Due to the indicator approach and methodology of using statistical parameters, it is possible to obtain quantitative estimates both for individual parameters and factors and their entirety in the form of a comprehensive integral indicator of stability of the coastal eco-socio-economic system. This method can be used at regional and district spatial levels, which will allow for a factor-by-factor analysis of stability of a coastal eco-socio-economic system, spatial analysis of various coastal systems of the same spatial level (region, district, local municipality, etc.), as well as temporal analysis with identification of trends in variability. Implementation of the method in a form of GIS “Coastal eco-socio-economic system” will allow for spatial planning and forecast for sustainable development, taking into account medium- and long-term environmental and socio-economic changes and increase the efficiency of a decision-making process in development of coastal eco-socio-economic systems.

Keywords: coastal eco-socio-economic system, sustainability, indicator approach, geoinformation method.

Acknowledgments: the study is funded by the RFBR and Krasnodar Krai Administration, Project no. 19-45-230001. Collection of materials for the paper is supported by the RFBR, Projects no. 20-05-00009 and 20-05-00312, and by the RSF, Project no. 20-17-00060.

For citation: Gogoberidze, G.G., Kosyan, R.D. and Rumiantceva, E.A., 2020. Method for Comprehensive Assessment of the Stability of Coastal Eco-Socio-Economic Systems on the Indicator Approach. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (3), pp. 122–141. doi:10.22449/2413-5577-2020-3-122-141 (in Russian).

Введение

Контактная зона океан (море) – суша имеет огромную мировую значимость и как береговая экосистема, и как социально-экономический объект, обеспечивающий продовольственную безопасность, функционирование морской торговли и транспорта, способствующий развитию приморского и морского туризма и других видов экономической деятельности, а также предоставляющий работу миллионам людей. В целом под береговой зоной понимается территориальный комплекс, состоящий из приморской территории и прилегающей акватории, включая расположенный под ней шельф. Этот комплекс обладает определенными свойствами и ресурсами и характеризуется площадью и протяженностью береговой линии, разделяющей приморскую территорию и прилегающую акваторию, географическим положением, социально-экономическими, политическими, экологическими и иными качествами [1].

Из-за чрезмерной эксплуатации, недостаточно эффективного управления и масштабных изменений климата берега подвергаются серьезным природным и антропогенным нагрузкам, что приводит к сложным и часто непредсказуемым последствиям [2–5]. Это свидетельствует о необходимости выделения береговой эко-социо-экономической системы в отдельный объект комплексного изучения, включая оценку и прогноз ее состояния и устойчивости. При этом под устойчивостью системы понимается ее способность сохранять нормальное функционирование при текущей совокупности природных, экологических, социально-экономических, политико-географических и иных факторов.

Для определения целевых показателей и создания базы знаний, необходимой для поддержания и улучшения состояния береговых эко-социо-экономических систем, а также разработки критериев оценки их устойчивости, прогнозирования и реагирования на изменения необходимо проводить серьезные исследования. Результаты этих исследований будут в первую очередь способствовать выработке масштабируемых и интегрированных подходов к принятию управленческих решений, которые могут аргументированно доводиться до сведения ответственных лиц¹⁾.

В настоящее время не существует унифицированного подхода к оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем и воздействия различного рода факторов на окружающую среду. Имеющиеся мировые

¹⁾ A Reference Guide on the Use of Indicators for Integrated Coastal Management / S. Belfiore [et al.]. Paris : UNESCO, 2003. 127 p. ; Ehler C., Douvère F. Marine spatial planning. A step-by-step approach toward ecosystem-based management. Paris : UNESCO IOC, 2009. 99 p.

и региональные концепции оценки устойчивости береговых объектов и воздействия на окружающую среду представляют собой подходы в общем виде, на основании которых разрабатываются национальные и/или локальные нормативные документы, отражающие региональные особенности береговых зон и береговой инфраструктуры [2–4, 6]. Кроме того, при оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем широко используется субъективный подход, характеризующийся набором индикаторов, значения которых рассчитываются исходя из экспертных оценок [6–9].

В работе предлагается методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем при решении задач территориального планирования деятельности морехозяйственного комплекса и социально-экономического развития береговых систем Российской Федерации (РФ) на основе индикаторного подхода. Основной новизной при этом является рассмотрение данной проблематики с помощью аналитического, индикаторного и геоинформационного методов, с использованием анализа статистической информации, получаемой из открытых источников. В результате применения совокупности указанных методов и разработанной методики получается унифицированная и количественно обоснованная многофакторная оценка устойчивости. Это дает возможность не только проводить анализ полученных численных оценок факторов устойчивости, но и оценивать и анализировать тренды развития береговых эко-социо-экономических систем.

Основные принципы построения систем оценок устойчивости береговых эко-социо-экономических систем

В разных странах применяются различные подходы к оценке устойчивости береговой эко-социо-экономической системы со всей совокупностью расположенной на ней инфраструктуры, включая воздействие последней на окружающую среду [2, 5, 6]²⁾. При этом практически для всех стран общим итогом проведения оценок устойчивости являются разработанные рекомендации в виде национальных и/или рамочных законов, законодательных актов, которые включают в том числе методы оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем. На этой основе далее разрабатываются отдельные региональные либо территориальные нормативные методики, цель которых – учесть особенности данного региона для снижения негативного воздействия на береговую зону и окружающую среду.

Исходя из международного опыта основные принципы построения таких региональных систем оценок можно сформулировать следующим образом:

- принцип создания «эталонной» системы для последующих сравнений;
- принцип накопленных условных единиц/баллов и т. п. для оценки состояния системы, в том числе отклонения от «эталонной» системы;
- принцип предотвращения возможного превышения установленных в регламентах нормативов и эталонных оценок;
- принцип сохранения особо ценных биотопов.

Главной целью методики комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем различных пространственных уровней

²⁾ Ehler C., Douvère F. Marine spatial planning A step-by-step approach toward ecosystem-based management. Paris : UNESCO IOC, 2009. 99 p.

является выявление условий устойчивости и отклонения от нее при формировании и развитии морского потенциала. Под морским потенциалом понимается многофакторный показатель, отражающий состояние функционирования и тенденции развития береговой инфраструктуры приморских территорий как территориальных систем различных пространственных уровней, включая их взаимодействие с окружающей средой [10].

Методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем и анализа факторных составляющих может применяться для решения следующих задач [11, 12]:

- изучение и приоритизация факторов территориальной организации природы и общества в рамках береговой эко-социо-экономической системы;
- исследование структуры и функциональных зависимостей между компонентами (факторами, признаками, индикаторами) устойчивости, которые могут объяснить основные характерные сущности внутрисистемных связей, оказывающих непосредственное влияние на интегральную оценку устойчивости и изменчивости рассматриваемой береговой эко-социо-экономической системы;

- получение результатов комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем в виде численного параметра, отражающего устойчивость функционирования и социально-экономического развития системы под воздействием различных факторов;

- районирование и типологизация береговых эко-социо-экономических систем как территориальных систем различных пространственных уровней;

- разработка принципов стратегического развития береговых эко-социо-экономических систем и построение оперативных планов преобразования;

- научное обоснование принципов управления береговой эко-социо-экономической системой, включая совокупность расположенных на ней инфраструктурных объектов и населения, как единым территориальным объектом.

Методика оценки и анализа составляющих факторов устойчивости береговых эко-социо-экономических систем для различных пространственных уровней может позволить [6, 13]:

- получать достоверные данные о состоянии обособленных характеристик береговых эко-социо-экономических систем различных пространственных уровней, а также информацию о состоянии этих систем в целом;

- обеспечивать лиц и организации, которые принимают решения, информацией, необходимой для перспективной оценки условий жизни населения и эффективного размещения составляющих морехозяйственного комплекса в рамках рассматриваемой береговой системы;

- разрабатывать принципы и планы стратегического развития береговых эко-социо-экономических систем различных пространственных уровней;

- проводить текущую оценку и составлять прогнозы взаимодействия природы и общества, включая оптимальный вариант размещения элементов морехозяйственного комплекса, и давать прогноз состояния береговых эко-социо-экономических систем в целом, в зависимости от разрабатываемых сценариев развития.

Кроме того, в области оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем с точки зрения задач территориального планирования

и стратегического развития, следует учитывать необходимость использования многоуровневой и многофакторной системы оценки устойчивости [4–6, 13].

Индикаторный и геоинформационный подходы к оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем

В современных работах и исследованиях, связанных с изучением устойчивости и развития береговых эко-социо-экономических систем, широкое признание получил индикаторный подход. Его использование подразумевает разработку систем различных факторов как совокупности описывающих их индикаторов. Анализ и оценка состояния береговых систем и тенденций их развития может проводиться как в целом, так и по отдельным факторам и их взаимосвязи

В мировой практике выделяют три типа индикаторов приморских регионов: индикаторы окружающей среды (природные индикаторы), социально-экономические индикаторы и индикаторы оценки административных действий в приморских регионах (административные индикаторы) [5, 6, 14–16]. В пространственном масштабе выделяют глобальные, национальные, локальные и местные системы индикаторов, причем эти системы связаны именно пространственным масштабом, а не уровнем управления. В качестве одного из общепризнанных зарубежных примеров использования индикаторных систем с первичным уровнем представления индикаторов необходимо указать разработки Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО (МОК/ЮНЕСКО)³⁾.

Цель данного подхода состоит в получении общего набора факторов и индикаторов, который бы позволял оценивать результаты применения комплексного подхода при управлении приморскими территориями.

Согласно данной методике, предлагается использовать три факторные системы:

- экологическую;
- социально-экономическую;
- систему оценки комплексного управления прибрежными и океанскими территориями.

В России также разрабатываются и используются методы оценки текущего состояния и устойчивости береговых эко-социо-экономических систем с учетом климатических, природоохранных, социально-экономических, административно-политических и иных аспектов [7, 9, 17–19]. Характерными являются и практиконаправленные индикаторные системы, разработанные в профильных министерствах РФ (Минэкономразвития России, Минтранс России, Минприроды России).

Необходимо отметить основные критические моменты, имеющие место в большинстве существующих индикаторных систем [20]:

- эти системы оперируют только абсолютными значениями индикаторов, что фактически не позволяет проводить комплексную интегральную оценку устойчивого развития системы;

³⁾ A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management / Sh. Heileman [et al.]. Paris : UNESCO IOC, 2006. 166 p.

- отсутствует единый подход к формированию общей системы комплексных оценок состояния, в том числе и по отдельным факторам;
- недостаточно учитывается специфика береговых эко-социо-экономических систем.

Для учета перечисленных факторов неэффективности индикаторных систем, необходим переход от абсолютных значений индикаторов к безразмерным показателям, что позволит проводить интегрированные операции по факторной совокупности. При этом следует принять во внимание следующие принципы расчета индикаторов [13, 20]:

- приведение значений индикаторов к пределам от -1 до $+1$ (максимально отрицательная и максимально положительная степень воздействия рассматриваемого параметра на систему соответственно), что позволит снизить вклад сильно превалирующих индикаторов в общей факторной совокупности;
- отказ от использования каких-либо весовых функций при расчете интегральных показателей как совокупности отдельных индикаторов, что позволит избежать неоднозначности при оценке важности каждого индикатора;
- независимость (отсутствие взаимного влияния) индикаторов в рамках одного фактора устойчивости.

При этом в качестве исходных данных для индикаторов можно использовать численные статистические показатели, характеризующие береговую эко-социо-экономическую систему, например данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата). Это позволит как проводить текущий анализ устойчивости береговой системы, так и оценивать тренды ее развития.

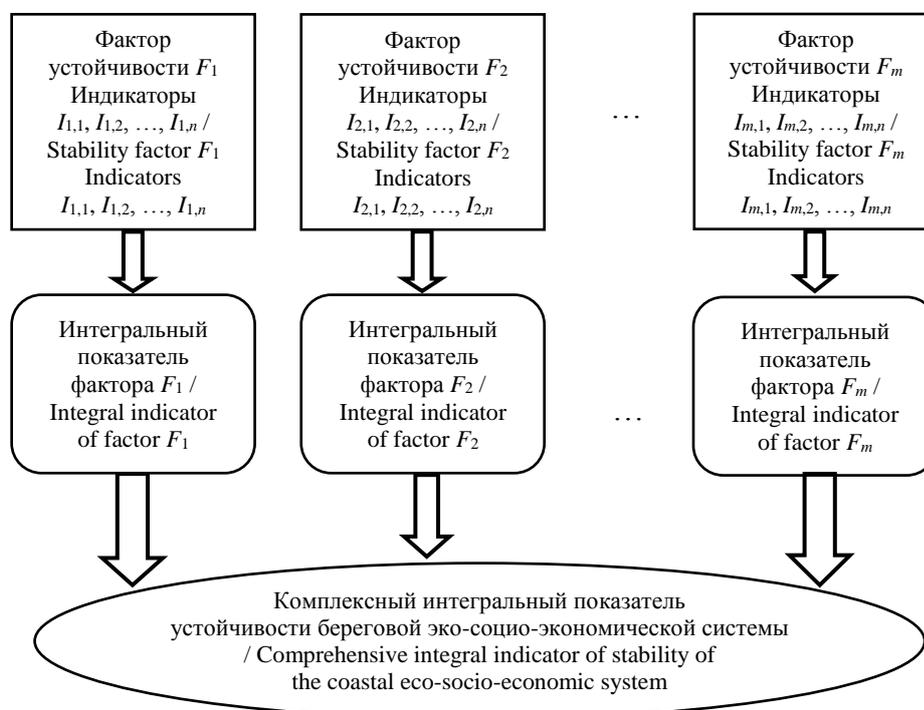
Таким образом, появляется возможность получить не только качественные оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем по различным факторам, но и количественные – как по отдельным факторам, так и по их совокупности (комплексный интегральный показатель устойчивости береговой эко-социо-экономической системы), в виде численных значений (рисунок). Подобное представление позволяет проводить:

- пофакторный анализ устойчивости береговой эко-социо-экономической системы с выделением «слабых» и «сильных» факторов устойчивости;
- пространственный анализ различных береговых систем одного пространственного уровня (регион, район, локальное образование и т. д.) с выявлением устойчивых (узловых) и неустойчивых береговых систем;
- временной анализ с выявлением трендов изменчивости и прогнозом состояния береговой эко-социо-экономической системы как в целом, так и по факторам устойчивости.

Для определения значений индикаторов безразмерного вида можно выделить четыре основные группы методик, которые позволяют получать значения индикаторов в пределах от -1 до $+1$ согласно указанным выше принципам индикаторных систем.

Методика расчета значения индикатора по степени приближенности рассматриваемого параметра к максимальной величине позволяет получить безразмерное значение индикатора по формуле

$$I_{m,n} = 2 \cdot \frac{X_{m,n}}{X_{\max m,n}} - 1, \quad (1)$$



Принципиальная схема расчета комплексного интегрального показателя устойчивости береговой эко-социо-экономической системы

Principal scheme for calculating the comprehensive integral indicator of stability of a coastal eco-socio-economic system

где $X_{m,n}$ – абсолютное размерное значение индикатора; $X_{\max_{m,n}}$ – максимальное размерное значение индикатора.

За максимальное значение индикатора может быть принята его величина в идеальных условиях либо максимальное значение в текущих условиях по рассматриваемому пространственному уровню (например, максимальное значение доходов на душу населения в субъектах РФ).

Методика расчета значения индикатора по степени отклонения рассматриваемого параметра от его экстремальных значений в рамках одного пространственного уровня позволяет получить безразмерное значение индикатора по формуле

$$I_{m,n} = 2 \cdot \frac{X_{m,n} - X_{\min R_{m,n}}}{X_{\max R_{m,n}} - X_{\min R_{m,n}}} - 1, \quad (2)$$

где $X_{\min R_{m,n}}$ – минимальное размерное значение из всех индикаторов по пространственной совокупности; $X_{\max R_{m,n}}$ – максимальное размерное значение из всех индикаторов по пространственной совокупности.

В качестве пространственной совокупности может быть принято множество значений индикаторов какого-либо региона (например, районные муниципальные образования Краснодарского края, субъекты РФ и т. п.), либо набора регионов, объединенных по какому-либо признаку (например, приморские субъекты РФ).

Методика расчета значения индикатора по степени отклонения величины рассматриваемого параметра от средней величины рассматриваемого пространственного уровня позволяет получить безразмерное значение индикатора по формуле

$$I_{m,n} = \begin{cases} \frac{X_{m,n}}{\overline{X_{m,n}}} - 1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{\overline{X_{m,n}}} \leq 2 \\ 1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{\overline{X_{m,n}}} > 2 \end{cases}, \quad (3)$$

где $\overline{X_{m,n}}$ – среднее размерное значение индикатора рассматриваемого пространственного уровня.

В качестве примера использования методики можно привести расчет значения индикатора доходов на душу населения для приморского субъекта РФ исходя из среднего значения данного показателя по всем субъектам РФ.

Методика расчета значения индикатора по степени отклонения величины рассматриваемого параметра от величины аналогичного параметра более высокого пространственного уровня позволяет получить безразмерное значение индикатора по формуле

$$I_{m,n} = \begin{cases} \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}} - 1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}} \leq 2 \\ 1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}} > 2 \end{cases}, \quad (4)$$

где $X_{Rm,n}$ – размерное значение индикатора более высокого пространственного уровня.

В качестве примера использования методики можно привести расчет значения индикатора доходов на душу населения для приморского субъекта РФ исходя из значения доходов на душу населения для РФ в целом.

Необходимо отметить, что формулы (1)–(4) применимы для случаев положительного влияния роста абсолютных значений индикатора на устойчивость береговых эко-социо-экономических систем. В случае, если рост абсолютных значений индикатора оказывает отрицательное воздействие на устойчивость системы (например, для показателя смертности населения), безразмерные значения индикаторов необходимо рассчитывать по следующим формулам согласно приведенным ниже методикам расчетов:

$$I_{m,n} = 1 - 2 \cdot \frac{X_{m,n}}{X_{\max m,n}}, \quad (5)$$

$$I_{m,n} = 1 - 2 \cdot \frac{X_{m,n} - X_{\min Rm,n}}{X_{\max Rm,n} - X_{\min Rm,n}}, \quad (6)$$

$$I_{m,n} = \begin{cases} 1 - \frac{X_{m,n}}{X_{m,n}}, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{m,n}} \leq 2 \\ -1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{m,n}} > 2 \end{cases}, \quad (7)$$

$$I_{m,n} = \begin{cases} 1 - \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}}, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}} \leq 2 \\ -1, & \text{при } \frac{X_{m,n}}{X_{Rm,n}} > 2 \end{cases}. \quad (8)$$

Наиболее корректными можно считать методику расчета по степени отклонения рассматриваемого параметра от его экстремальных значений, формулы (2) и (6) и методику расчета по степени отклонения величины рассматриваемого параметра от величины аналогичного параметра более высокого пространственного уровня (формулы (4) и (8)). Первая методика позволяет проводить ранжирование территориальных объектов (береговых эко-социо-экономической систем) в пределах рассматриваемой пространственной совокупности. Вторая позволяет проводить оценку состояния всех территориальных объектов по рассматриваемому параметру относительно объекта более высокого пространственного уровня (например, состояния приморских субъектов относительно состояния РФ в целом или состояния приморских районных муниципальных образований относительно состояния субъекта в целом и т. п.).

Принимая во внимание приведенные выше принципы построения индикаторных систем, в т. ч. отказ от весовых функций, интегральный показатель для отдельного фактора рассчитываем по формуле

$$IF_m = \frac{\sum_n I_{m,n}}{n}. \quad (9)$$

Значение комплексного интегрального показателя устойчивости береговой эко-социо-экономической системы рассчитываем по формуле

$$I = \frac{\sum_m \sum_n I_{m,n}}{m \cdot n}. \quad (10)$$

Важно отметить, что при разработке индикаторных систем необходимо учитывать пространственную разноуровненность. Это должно найти отражение как в выборе конкретных индикаторных методик, так и в подборе индикаторов.

В качестве прикладного инструмента при проведении комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем предлагается применять геоинформационный метод, основанный на ГИС-технологиях. В данном случае геоинформационная система (ГИС) является наиболее удобным средством визуализации, используемым для решения задач, связанных с пространственным распределением климатических, экологических, социально-экономических, административно-географических и геополитических параметров ⁴⁾.

Следует указать, что многие ГИС непосредственно связаны с задачами учетно-инвентаризационного типа. В подобных задачах главное внимание уделяется данным и измерениям, которые, в свою очередь, применяются в задачах управления, включая процесс принятия решений, с акцентом на сложном анализе данных и моделировании. Такие ГИС широко используются в качестве информационно-справочных систем, а также средств поддержки принятия решений, причем достигаемая эффективность часто высока благодаря наглядности картографической визуализации информации и удобства доступа к ней ⁵⁾.

⁴⁾ Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. 272 с.

⁵⁾ URL: <https://lektsii.net/1-179585.html> (дата обращения: 25.08.2020).

Таким образом, в контексте комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем является целесообразной разработка ГИС-оболочки «Береговые эко-социо-экономические системы». Такая ГИС представляет собой особую информационную систему, осуществляющую сбор, обработку, хранение, отображение и распространение пространственных данных, а также данных непространственного характера о береговых эко-социо-экономических системах РФ и расположенных в них элементах морехозяйственного комплекса.

Структура ГИС «Береговые эко-социо-экономические системы» включает следующие элементы, по аналогии с моделью кадастра приморских территорий залива Анива Сахалинской области [21]:

- системно организованные полиструктурные базы (банки) данных, которые обладают динамичностью, необходимой для быстрой переработки и непрерывного обновления хранящейся информации, отражающей все факторы текущего состояния и изменений, происходящих в береговых эко-социо-экономических системах;

- системно организованные модели, алгоритмы и программы для переработки и преобразования данных о береговых эко-социо-экономических системах в пространственную информацию в соответствии с определенными требованиями ее обработки и визуализации в рамках ГИС;

- интерфейс установленного доступа к ГИС.

ГИС «Береговые эко-социо-экономические системы» должна быть реализована на трех пространственных уровнях:

- глобальном (база пространственно-временных данных по всей совокупности береговых эко-социо-экономических систем РФ);

- региональном (база пространственно-временных данных по приморским субъектам РФ);

- районном (база пространственно-временных данных по приморским районным муниципальным образованиям РФ).

Оценка устойчивости береговых эко-социо-экономических систем регионального и районного пространственных уровней

Для учета средне- и долгосрочных климатических, экологических, экономических, юридических и геополитических изменений в оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем регионального уровня предлагается использование комплексной индикаторной системы, состоящей из пяти факторных подсистем.

1. Общеэкономические факторы устойчивости. Данная группа факторов учитывает уровень общеэкономического развития региона, включая такие индикаторы, как валовый региональный продукт (ВРП), величину привлеченных инвестиций, уровень внешнеэкономической деятельности, величины экономического роста и роста промышленного производства.

2. Социально-демографические факторы устойчивости. Важность этого фактора определяется в первую очередь возможностью оценки перспективности освоения рассматриваемой береговой системы и инфраструктуры с точки зрения наличия и возможности использования трудовых ресурсов, а также социальной комфортности проживания. Эта группа учитывает такие

параметры, как величина трудовых ресурсов, прирост населения, уровень безработицы, обеспеченность населения объектами образования и здравоохранения, уровень заработной платы и индекс Джини.

3. Ресурсно-отраслевые факторы устойчивости. Степень и вариативность освоенности и использования ресурсов определяется социально-экономическими потребностями общества и часто характеризуется крайней неравномерностью и зависимостью от природных и общественных факторов. Выделяя укрупненные направления развития береговых морехозяйственных комплексов, данная группа учитывает такие параметры, как уровень развитости отрасли добычи полезных ископаемых, добычи и производства биоресурсов, величина грузооборота портовых хозяйств, уровень развитости обрабатывающей промышленности, уровень туристической значимости и уровень развитости наземной инфраструктуры.

4. Природно-экологические факторы устойчивости. Неразрывная связь природно-экологической группы факторов устойчивости береговых систем и соответствующей береговой инфраструктуры обуславливается тем, что природно-географическая среда является сложным образованием, которое оказывает сильнейшее воздействие на развитие и сохранение береговой эко-социо-экономической системы в целом. Данная группа учитывает такие параметры, как величину площади особо охраняемых природных территорий (ООПТ) региона, уровень загрязнения атмосферы и выбросов сточных вод, затрат на охрану окружающей среды и заболеваемости населения региона.

5. Политико-географические факторы устойчивости. Данная группа факторов, являющаяся частью политической регионалистики, позволяет определить пространственную (территориальную) организацию политической жизни общества и социально-политических (политико-географических) систем и их внутренней структуры на социально-экономическом пространстве береговых эко-социо-экономических систем с учетом комфортности обитания человека. Данная группа учитывает такие параметры, как степень внутривнутриполитической устойчивости в регионе, уровень миграции, степень береговой концентрации проживающего населения, уровень дотируемости региона и преступности в регионе.

Каждая группа факторов имеет свой набор индикаторов для регионального пространственного уровня управления. Применимость данного подхода была показана на примере приморских арктических субъектов РФ, при оценке социально-экономического состояния которых были использованы элементы предлагаемой методики [22].

Во всех приморских районных муниципальных образованиях уровень социально-экономического развития и экологического состояния имеет свои особенности, обусловленные различными физико-географическими и социально-экономическими аспектами, что определяет текущее состояние устойчивости системы. Поэтому территориальное планирование необходимо осуществлять с использованием современных географических информационных систем с заложенным алгоритмом вычисления параметров, которые, благодаря визуализации текущей ситуации и возможностям прогнозирования по различным сценариям, облегчат и сделают более обоснованным процесс принятия решений [23].

При выборе факторов и параметров оценки устойчивости районных муниципальных образований учитывались два основных условия [23]:

- принимались во внимание параметры, которые прямо или косвенно влияют на состояние территориальной эко-социо-экономической системы;
- использовалась находящаяся в открытом доступе официальная статистическая информация о параметрах, по которым прямо или косвенно можно оценить состояние территориальной эко-социо-экономической системы.

Для районного пространственного уровня управления при учете средние и долгосрочных изменений в качестве составляющих необходимо рассматривать четыре фактора устойчивости.

1. Экономический фактор определяется исходя из таких параметров, как величины приведенных доходов местного бюджета и инвестиций в основной капитал, уровень развития районной транспортной инфраструктуры, туристический потенциал, уровень производства сельскохозяйственной продукции и устойчивость предприятий, зарегистрированных и функционирующих на территории района.

2. Социальный фактор определяется с учетом таких параметров, как уровень естественного прироста населения, обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры, величина дохода населения с учетом средней заработной платы и прожиточного минимума, а также транспортной доступности административных центров района и региона исходя из значения доли населения, не имеющего возможности добраться до административных центров, используя транспортную инфраструктуру.

3. Природоохранный фактор определяется исходя из таких параметров, как общий размер (площадь) ООПТ, расположенных на территории района, величина выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий, функционирующих на территории района, величина затрат из местного бюджета на природоохранные мероприятия и уровень утилизации отходов.

4. Социально-политический фактор определяется исходя из таких параметров, как величина миграционного притока/оттока населения, размер дотаций в бюджет района из бюджетов субъекта РФ и величина задолженности по заработной плате.

Комплексный интегральный показатель оценки устойчивости приморского районного муниципального образования, рассчитываемый отдельно для каждого районного муниципального образования, характеризует ситуацию на территории данного района. При этом учет указанных параметров и факторов дает возможность проведения комплексной оценки текущей устойчивости районного муниципального образования как береговой эко-социо-экономической системы. Оценка включает в себя не только интегральный показатель, но и комплексные покомпонентные факторные оценки устойчивости. Для районного пространственного уровня применимость методики была показана при оценке экологического состояния береговых районов Финского залива и черноморского побережья Краснодарского края, в ходе которой были использованы элементы предлагаемой методики [23, 24].

Необходимость учета нестатистических параметров в оценке устойчивости береговых эко-социо-экономических систем

Предлагаемая система комплексной оценки береговых эко-социо-экономических систем позволяет всесторонне оценивать их устойчивость и прогнозировать их развитие. Открытые источники статистической информации, на основе которых проводились оценки предлагаемой индикаторной системы, в основном позволяют оценить тенденции социально-экономического развития административного территориального объекта, хотя границы береговой эко-социо-экономической системы часто не совпадают с административными границами [3, 25]. А при проведении оценки имеется ряд объективных трудностей, связанных в том числе с большой протяженностью берегов и невозможностью получить исчерпывающую статистическую информацию по каждому участку морского берега.

В связи с этим разработка системы комплексного анализа и прогноза устойчивости береговой эко-социо-экономической системы как основы сохранения береговых ландшафтов должна проводиться путем комбинирования количественных индикаторных методов на основе статистической информации и качественных оценок. Последние будут характеризовать не только современное состояние берега, но и процессы, определяющие его предшествующую и последующую эволюцию. В пользу такого подхода говорит и развитие методов дистанционного зондирования, что в сочетании с современным уровнем теоретических знаний о закономерностях развития береговых ландшафтов позволяет давать качественную и количественную характеристику даже труднодоступным и малоизученным побережьям.

В частности, необходимо учитывать геоморфологическую типизацию берегов, причем для каждого участка береговой эко-социо-экономической системы классификация должна содержать оценочную часть, позволяющую определить современную перспективную динамику и интенсивность протекания тех или иных процессов. Несомненно, данная оценочная часть классификации должна максимально использовать цифровое представление различных критериев, что упростит проведение статистических и оценочных работ. Соответственно, базовую качественную информацию (геоморфологический тип берега) необходимо будет дополнить системой динамических и пользовательских (определяющих природоохранную, рекреационную и хозяйственную ценность морских берегов) критериев [7–9].

Заключение

В результате проведенной работы представлена методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем на основе индикаторного подхода с возможностью учета средне- и долгосрочных климатических, экологических и социально-экономических изменений. Благодаря индикаторному подходу и применению данной методики использования численных статистических параметров появляется возможность получения количественных оценок как по отдельным факторам устойчивости, так и по их совокупности в виде комплексного интегрального показателя устойчивости береговой эко-социо-экономической системы. Такое представление позволяет проводить:

- пофакторный анализ устойчивости береговой эко-социо-экономической системы с выделением «слабых» и «сильных» факторов устойчивости;
- пространственный анализ различных береговых систем одного пространственного уровня (регион, район, локальное образование и т. д.) с выявлением устойчивых (узловых) и неустойчивых береговых систем;
- временной анализ с выявлением трендов изменчивости и прогнозом состояния береговой эко-социо-экономической системы как в целом, так и по факторам устойчивости.

Подобная методика может быть использована на региональном и районном пространственных уровнях как для проведения оценок современного состояния береговых эко-социо-экономических систем, так и для отслеживания динамики и прогноза изменчивости их устойчивости в комплексе и по отдельным факторам. В дальнейшем предполагается расширение предлагаемой методики за счет введения системы динамических и пользовательских (определяющих природоохранную, рекреационную и хозяйственную ценность морских берегов) критериев.

Реализация такой системы в виде ГИС-оболочки «Береговые эко-социо-экономические системы» позволит осуществлять пространственное территориальное планирование и давать прогноз устойчивого развития береговых эко-социо-экономических систем в целях обеспечения национальных интересов с учетом средне- и долгосрочных экологических и социально-экономических изменений, а также повысить эффективность принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Айбулатов Н. А.* Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии. М. : Наука, 2005. 364 с.
2. *Дворцова Е. Н.* Прибрежные территории: зарубежный опыт хозяйственного освоения и управления // Российский внешнеэкономический вестник. 2010. № 7. С. 13–18.
3. Берега / П. А. Каплин [и др.]. М. : Мысль, 1991. 479 с.
4. Научные основы прогнозирования и прогнозные показатели социально-экономического и научно-технологического развития России до 2030 года с использованием критериев стратегических рисков / Н. А. Махутов [и др.]. М. : ИНЭС-ИЭС, 2011. 136 с.
5. *Bowen R. E., Riley C.* Socio-economic indicators and integrated coastal management // *Ocean & Coastal Management*. 2003. Vol. 46, no. 3–4. P. 299–312. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00008-5](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00008-5)
6. *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, no. 3–4. P. 225–234. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00005-X)
7. *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
8. *Крыленко М. В., Косьян Р. Д.* Использование системы критериев для комплексной оценки состояния островных дальневосточных побережий России // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2020. № 1. С. 69–79. doi:10.31857/S2587556620010112

9. *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
10. *Синецкий В. П.* Поиск закономерностей. М. : СОПС, 2007. 304 с. URL: <http://marine.gov.ru/upload/iblock/d46/d46255d556b2ed5986d1b28c0751d3ea.pdf> (дата обращения: 10.09.2020).
11. *Гогоберидзе Г. Г., Мамаева М. А.* Морские портово-промышленные комплексы как ключевые экономические субъекты приморских территориальных узлов // Проблемы современной экономики. 2011. № 4. С. 291–294.
12. *Аракелов М. С., Мерзаканов С. А.* Перспективы использования интегральной модели оценки геоэкологического состояния и универсальной карты экологического районирования береговой территории восточной части Черного моря // Курорты. Сервис. Туризм. 2018. № 1 (38). С. 56–63.
13. *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
14. *Silva M. C., Rodrigues A. C.* Environmental Indicators as Management Tools of Estuaries Methodology and the Case Study of the Tejo Estuary // Littoral 2002: the 6th International Symposium Proceedings: a Multi-Disciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning, Porto, 22–26 September. Porto : EUCC/EUROCOAST, 2002. Vol. 1. P. 193–204.
15. *Kuroda K., Nanaura T.* Classification of Coastal Zone by Multi-Variate Analysis // Coastlines of Japan II. New York : American Society of Civil Engineers, 1993. P. 83–92.
16. Qualitative and Quantitative Comparisons of Some Indices Suitable for Litter Analysis / D. T. Tudor [et al.] // Littoral 2002: the 6th International Symposium Proceedings: a Multi-Disciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning, Porto, 22–26 September. Porto : EUCC/EUROCOAST, 2002. Vol. 1. P. 367–373.
17. *Темиров Д. С., Аракелов М. С., Чайка И. Г.* Управление территориальными рекреационными системами в прибрежных зонах. Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. 256 с.
18. *Светлова М. В., Денисов В. В.* Комплексная оценка эколого-географического положения приморских территорий (на примере Мурманской области). Мурманск : МАГУ, 2017. 145 с.
19. *Бакланов П. Я.* Территориальные социально-экономические системы в региональном развитии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 4. С. 7–16. doi:10.7868/S0373244417040016
20. *Гогоберидзе Г. Г.* Индикаторные методы как инструмент комплексного анализа и оценки приморских территорий // Вестник ИНЖЭКОНА. Серия: Экономика. 2008. № 3. С. 142–151.
21. *Гогоберидзе Г. Г., Мамаева М. А., Матюшкова А. Г.* Экономическое развитие приморских территорий залива Анива Сахалинской области на основе кадастрового подхода // Национальные интересы. Приоритеты и безопасность. 2011. № 41. С. 14–21.
22. Assessment of the complex integral index of stability of coastal infrastructure in the arctic zone of the Russian Federation / G. Gogoberidze [et al.] // 18th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference SGEM 2018 : SGEM2018 Conference Proceedings (2 July – 8 July, 2018, Bulgaria). Sofia, 2018. Iss. 5.3. P. 93–100. doi:10.5593/sgem2018/5.3/S28.012

23. *Гогоберидзе Г. Г., Леднова Ю. А.* Оценка экологических рисков антропогенного воздействия на приморские муниципалитеты восточной части Финского залива // Региональная экология. 2015. № 4. С. 147–163.
24. К вопросу применения интегральной модели для целей оценки устойчивости береговых систем черноморского побережья Краснодарского края / М. С. Аракелов [и др.] // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. № 51. С. 128–136.
25. *Kosyan R. D., Velikova V. N.* Coastal zone – terra (and aqua) incognita – integrated coastal zone management in the Black Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2016. Vol. 169. P. A1–A16. doi:10.1016/j.ecss.2015.11.016

Об авторах:

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

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

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

Заявленный вклад авторов:

Гогоберидзе Георгий Гививич – общее научное руководство исследованием, формулировка целей и задач исследования, разработка методик и подходов, разработка факторных подсистем для регионального и районного пространственных уровней, формулирование направлений дальнейших исследований, обсуждение результатов работы, формулирование выводов, подготовка текста статьи

Косьян Рубен Дереникович – разработка факторных подсистем для районного пространственного уровня, формулирование направлений дальнейших исследований, обсуждение материалов статьи и результатов работы, формулирование выводов, доработка текста

Румянцева Екатерина Александровна – обзор литературы по проблеме исследования, разработка факторных подсистем для регионального и районного пространственных уровней, обсуждение материалов статьи и результатов работы, подготовка текста статьи, доработка текста

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Aibulatov, N.A., 2005. [*Russia's Activities in the Marine Coastal Zone and Environmental Problems*]. Moscow: Nauka, 364 p. (in Russian).
2. Dvortsova, E.N., 2010. [Coastal Territories: Foreign Experience of Economic Development and Management]. *Russian Foreign Economic Bulletin*, (7), pp. 13–18 (in Russian).
3. Kaplin, P.A., Leontiev, O.K., Lukyanova, S.A. and Nikiforov, L.G., 1991. [*Coasts*]. Moscow: Mysl', 479 p. (in Russian).
4. Makhutov, N.A., Kuzyk, B.N., Abrosimov, N.V., Akhmetkhanov, R.S., Baranov, V.V., Gadenin, M.M., Kuksova V.I., Maslennikova, A.V., Petrov, V.P. [et al.], 2011. [*Forecast Scientific Basis and Estimates of Social-Economic and Scientific-Technological Development of Russia until 2030 with Strategic Risks Using*]. Moscow: INES-IES, 136 p. (in Russian).
5. Bowen, R.E. and Riley, C., 2003. Socio-Economic Indicators and Integrated Coastal Management. *Ocean & Coastal Management*, 46(3–4), pp. 299–312. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00008-5](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00008-5)
6. Belfiore, S., 2003. The Growth of Integrated Coastal Management and the Role of Indicators in Integrated Coastal Management: Introduction to the Special Issue. *Ocean & Coastal Management*, 46(3–4), pp. 225–234. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00005-X)
7. Kosyan, R.D. and Krylenko, V.V., 2018. Basic Criteria for Comprehensive Classification of Russia's Azov–Black Sea Coasts. *Oceanology*, 58(3), pp. 501–511. doi:10.1134/S0001437018030086
8. Krylenko, V.V. and Kosyan, R.D., 2020. Using of the Criterion System for Integrated Estimation of the Far Eastern Island Coasts of Russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, (1), pp. 69–79. doi:10.31857/S2587556620010112 (in Russian).
9. Goryachkin, Yu.N., Kosyan, R.D. and Krylenko, V.V., 2018. A Comprehensive Assessment of the Crimea West Coast. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (3), pp. 41–55. doi:10.22449/2413-5577-2018-3-41-55 (in Russian).
10. Sinetsky, V.P., 2007. [*Search for Regularities*]. Moscow: SOPS, 304 p.
11. Gogoberidze, G.G. and Mamaeva, M.A. Marine Port Industrial Complexes as Key Economic Subjects of the Seaside Territorial Junctures. *Problems of Modern Economics*, (4), pp. 291–294 (in Russian).
12. Arakelov, M.S. and Merzakanov, S.A., 2018. Prospects for the Use of an Integrated Model for Assessing the Geocological State and a Universal Map for Ecological Zoning of the Coastal Territory of the Eastern Part of the Black Sea. *Kurorty. Servis. Turizm [Resorts. Service. Tourism]*, (1), pp. 56–63 (in Russian).
13. Gogoberidze, G., 2012. Tools for Comprehensive Estimate of Coastal Region Marine Economy Potential and its Use for Coastal Planning. *Journal of Coastal Conservation*, 16(3), pp. 251–260. doi:10.1007/s11852-011-0155-2
14. Silva, M.C. and Rodrigues, A.C., 2002. Environmental Indicators as Management Tools of Estuaries Methodology and the Case Study of the Tejo Estuary. In: F. V. Gomes, F. Taveira Pinto and L. Das Neves, eds., 2002. *Littoral 2002: Proceedings of the 6th International Multi-Disciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning, (September 22–26, 2002, Porto, Portugal)*. Vol. 1, pp. 193–204.
15. Kuroda, K. and Nanaura, T., 1993. Classification of Coastal Zone by Multy-Variate Analysis. In: Y. Nagao, ed., 1993. *Coastline of Japan II*. New York: American Society of Civil Engineers, pp. 83–92.

16. Tudor, D.T., Williams, A.T., Phillips, M.R. and Thomas, M.C., 2002. Qualitative and Quantitative Comparisons of Some Indices Suitable for Litter Analysis. In: F. V. Gomes, F. Taveira Pinto and L. Das Neves, eds., 2002. *Littoral 2002: Proceedings of the 6th International Multi-Disciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning*, 1, pp. 367–373.
17. Temirov, D.S., Arakelov, M.S. and Chayka, I.G., 2019. [*Management of Territorial Recreational Systems in Coastal Zones*]. Krasnodar: Izdatelskiy Dom – Yug, 256 p. (in Russian).
18. Svetlova, M.V. and Denisov, V.V., 2017. [*Comprehensive Assessment of the Eco-Geographical Situation of the Coastal Territories (the Case of the Murmansk Oblast)*]. Murmansk: MASU, 145 p. (in Russian).
19. Baklanov, P.Ya., 2017. Territorial Socioeconomic Systems in Regional Development. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, (4), pp. 7–16. doi:10.7868/S0373244417040016 (in Russian).
20. Gogoberidze, G.G., 2008. [Indicator Methods as an Instrument for Complex Analysis and Evaluation of Coastal Territories]. *Vestnik INZHEKONA. Seriya: Ekonomika*, (3), pp. 142–151 (in Russian).
21. Gogoberidze, G.G., Mamaeva, M.A. and Matyushkova, A.G., 2011. [Economic Development of Coastal Territories of the Aniva Bay (Sakhalin Region) based on a Cadastral Method] *National Interests: Priorities and Security*, (41), pp. 14–21. (in Russian).
22. Rumiantceva, E., Gogoberidze, G., Ershova, A. and Shishaev, M., 2018. Assessment of the Complex Integral Index of Stability of Coastal Infrastructure in the Arctic Zone of the Russian Federation. In: *18th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference SGEM 2018: SGEM2018 Conference Proceedings*, no. 5.3, pp. 93–100. doi:10.5593/sgem2018/5.3/S28.012
23. Gogoberidze, G. and Lednova, J., 2015. The Environmental Risk Assessment of Anthropogenic Influence on Coastal Municipalities in the Eastern Gulf of Finland. *Regional Ecology*, (4), pp. 147–163 (in Russian and English).
24. Arakelov, M.S., Dolgova-Shkhalakhova, A.V., Merzakanov, S.A., Yaili, E.A. and Arutyunyan, A.G., 2018. To the Application of the Integral Model for Assessing the Sustainability of Coastal Systems of the Black Sea Coast of Krasnodar Region. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*, (51), pp. 128–136 (in Russian).
25. Kosyan, R.D. and Velikova, V.N., 2016. Coastal Zone – Terra (and Aqua) Incognita – Integrated Coastal Zone Management in the Black Se. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 169, pp. A1–A16. doi:10.1016/j.ecss.2015.11.016

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 ID: 6507697703**, **ResearcherID: E-6597-2014**, *gogoberidze.gg@gmail.com*

Ruben D. Kosyan, Chief Research Associate, Shirshov Institute of Oceanology RAS, South Branch (1G Prostornaya St., Gelendzhik, 353467, Russian Federation), Dr.Sci. (Geogr.), Professor, **ORCID ID: 0000-0003-0788-6644**, **Scopus ID: 57200034429**, **ResearcherID: C-5154-2014**, *rkosyan@hotmail.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 ID: 57205164298**, **ResearcherID: T-2221-2018**, *rumkate@rambler.ru*

Contribution of the authors:

George G. Gogoberidze – general supervisor, formulation of the goals and objectives of the study, development of method and approaches, development of factor subsystems for regional and district spatial levels, formulating directions for further research, discussion of results, formulation of conclusions, paper preparation

Ruben D. Kosyan – development of factor subsystem for district spatial levels, formulating directions for further research, discussion of paper materials and results, formulation of conclusions, text improvement

Ekaterina A. Rumiantceva – source review on the research problem, development of factor subsystems for regional and district spatial levels, discussion of paper materials and results, paper preparation, text improvement

All the authors have read and approved the final manuscript.