

УДК: 528.94:332.142

DOI:10.35595/2414-9179-2021-1-27-99-111

О.Е. Архипова^{1,2}, Е.А. Черногубова¹, Т.Т. Тарасова¹, К.Э. Архипова^{1,2}

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ АЗОВСКОГО МОРЯ (РОССИЙСКИЙ СЕКТОР) НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА

АННОТАЦИЯ

Главными задачами исследования являются: выявление закономерностей формирования территориальных экологических и социально-экономических проблем в системе «общество – природа», обеспечение (на основе полученной информации) безопасности населения, уменьшение экономического ущерба социальной инфраструктуре.

Объект исследования – прибрежная зона Азовского моря (Российский сектор).

Предмет исследования – анализ факторов устойчивого развития прибрежных зон Азовского моря (Российский сектор) на основе интегрального подхода. В работе рассмотрены методы построения модели комплексного анализа рисков для прибрежных зон исследуемой территории, в которой должны одновременно учитываться различные влияющие факторы прибрежных рисков.

Проведен анализ основных индикаторов медико-социальных и демографических процессов на выбранных эталонных районах Ростовской области и Краснодарского края прибрежной зоны Азовского моря. Проведена сравнительная оценка экономической устойчивости муниципальных районов Ростовской области и Краснодарского края. В работе использовано программное обеспечение ArcGIS Pro (методы многокритериальной пространственной статистики), модуль DECERNS MCDA DE (включающий набор инструментов мультикритериального анализа принятия решений). В исследовании использован так же метод сходства многокритериальной статистики ArcGIS, который опирается на статистические инструменты для анализа распределения данных и выявления закономерностей (трендов).

Новизна предлагаемого исследования – применение методов комплексного анализа рисков для оценки устойчивого развития прибрежной зоны и выбора индикаторов, являющихся ключевыми для данной территории. Теоретическая новизна исследования заключается в использовании междисциплинарного подхода и комплекса взаимодополняющих методов из различных наук.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картография, устойчивое развитие, демография, экономика, здоровье населения, качество среды, Цифровая Земля

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, пр. Чехова, 41, 344006, Ростов-на-Дону, Россия; *e-mail*: arkhipova@ssc-ras.ru

² Южный федеральный университет, ул. Б. Садовая, 105/42, 344006, Ростов-на-Дону, Россия; *e-mail*: arkhipova@sfedu.ru

Olga E. Arkhipova^{1,2}, Elena A. Chernogubova¹, Tamara T. Tarasova¹, Karine E. Arkhipova^{1,2}

**ASSESSMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF THE COASTAL ZONE OF THE SEA OF AZOV (RUSSIAN SECTOR)
BASED ON AN INTEGRAL APPROACH**

ABSTRACT

Identification of patterns of formation of regional environmental and socio-economic problems in the system "society - nature" and on this basis – to ensure public safety and minimize the economic damage social infrastructure are the main objectives of the study. The object of research is the coastal zone of the Sea of Azov (Russian sector)

The subject of the research is a comprehensive analysis of the factors of sustainable development of the coastal zones of the Azov Sea region (Russian sector) based on an integral approach. The paper considers methods for constructing a comprehensive risk analysis model for the coastal zones of the Azov Sea region (Russian sector), which should consider various influencing factors of coastal risks at the same time.

The analysis of the main indicators of medical, social, and demographic processes in the selected reference areas of the Rostov region and the Krasnodar Territory of the coastal zone of the Azov Sea is carried out. A comparative assessment of the economic stability of the municipal districts of the Rostov region and the Krasnodar Territory has been carried out. The work used the software ArcGIS Pro (methods of multi-criteria spatial statistics), the DECERNS MCDA DE module (including a set of tools for multi-criteria analysis of decision-making). The study also used the ArcGIS multicriteria statistics similarity method, which relies on statistical tools to analyze the distribution of data and identify patterns (trends).

The novelty of the proposed research is the application of the theory of complex risk analysis to analyze the sustainable development of the coastal zone and the choice of indicators that are key for this territory. The theoretical novelty of the research lies in the use of an interdisciplinary approach and a set of complementary methods from various sciences.

KEYWORDS: cartography, sustainable development, demography, economics, public health, environmental quality, Digital Earth

ВВЕДЕНИЕ

Прибрежные зоны занимают важное место в мировом развитии. Отличительной особенностью этих территорий является высокая плотность населения, интенсивная хозяйственная деятельность и высокая антропогенная нагрузка. Для оценки устойчивости развития этих территорий применяются различные модели. Среди всех разрабатываемых методов и инструментов основными являются индексы оценки и ГИС. Карраско и соавторы [Carrasco *et al.*, 2012; Yasuhara *et al.*, 2012; Wong *et al.*, 2009] использовали индекс окружающей среды для оценки и прогнозирования прибрежного риска. Буш и др. [Bush *et al.*, 1999; Navas *et al.*, 2012] в основном применяли геоиндикаторы для быстрой оценки рисков береговой опасности. В практической области ЮНЕП разработала глобальный индекс для измерения прибрежного риска и уязвимости, который включает плотность населения (DE), вероятность стихийных бедствий (ND), лесной покров (FC), географическое воздействие (GE) и уровень жизни (HD)³.

¹ Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Chekhov Avenue, 41, 344006, Rostov-on-Don, Russia; *e-mail*: arkhipova@ssc-ras.ru

² Southern Federal University, st. B. Sadovaya, 105/42, 344006, Rostov-on-Don, Russia; *e-mail*: arkhipova@sfnu.ru

³ UNEP/Earthprint, 2006. Assessing Coastal Vulnerability: Developing a Global Index for Measuring Risk.

Электронный ресурс: <http://www.unep.org/> (дата обращения 20.04.2021)

UNISDR (Международная стратегия ООН по уменьшению опасности стихийных бедствий) также разработал набор показателей уязвимости прибрежных районов (физические, экологические и экономические аспекты) для уменьшения опасности стихийных бедствий¹. Однако эти исследования в основном сосредоточены на природных факторах или условиях, которые не отражают социальную уязвимость и региональные различия в прибрежных зонах. Комплексная стратегия оценки рисков, основанная на механизме матричного подхода, включает оценку основных индикаторных классов, каждый из которых состоит из набора показателей (индикаторов). К основным индикаторным классам относят экономические индикаторы, индикаторы качества окружающей среды, индикаторы, характеризующие демографические процессы. На основе приведенных индикаторов может быть реализована комплексная стратегия оценки анализа индексов риска на исследуемой территории. Хотя для оценки уязвимости в практической области существуют некоторые социальные индексы, важность каждого индекса недостаточно четко определена. Следовательно, существует настоятельная необходимость в более качественном методе количественного анализа комплексного риска или уязвимости прибрежных зон. Учитывая это, данное исследование направлено на создание комплексной стратегии оценки с использованием модели оценки уязвимости и матрицы множественных рисков.

Устойчивое развитие региона необходимо рассматривать как динамический процесс последовательных положительных изменений, обеспечивающих сбалансированность экономических, социальных и экологических факторов, обладающий конкурентоспособностью и отвечающий потребностям общества в настоящем и в будущем [Цыдыпова, 2016]. Оценка состояния и доминирующих тенденций демографического, экологического и социального развития в целом является этапом формирования стратегии устойчивого развития территорий.

Цель проведенного исследования – построение модели комплексного анализа рисков для прибрежных зон Азовского моря (Российский сектор), в которой должны учитываться различные влияющие факторы прибрежных рисков одновременно.

Объект исследования – прибрежная зона Азовского моря (Российский сектор).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Социально-экономические индикаторы устойчивого развития территории разделены на основные группы – экономические, демографические, санитарно-гигиенические. Каждая группа индикаторов представлена набором показателей.

При анализе устойчивости прибрежных территорий в разрезе муниципальных образований российские ученые предлагают использование набора экономических и социальных показателей: объем производства на душу населения, средний уровень доходов населения, уровень занятости населения [Гогоберидзе и др., 2013]. В работе [Юсупов и др., 2019] проводится межрегиональное сравнение по муниципальным образованиям по набору экономических показателей: среднемесячная заработная плата; объем отгруженных товаров; инвестиции в основной капитал. В работе [Тикунов, Черешня, 2018] приведена методика интегральной оценки экономического развития и его отдельных компонент на уровне регионов Российской Федерации с помощью индекса экономического развития (ИЭР), при этом ставится задача минимизации используемых индикаторов с целью концентрации на наиболее важных из них и облегчения интерпретации результатов. Расчет индекса базируется на отобранных количественных показателях, которые, на взгляд авторов, наиболее емко отражают качественные изменения в экономике, освоенный ресурсный потенциал региона, возможности личного потребления для населения, уровень производства товаров и услуг. Отечественные исследователи проводят сравне-

¹ ESCAP/UNISDR, 2012. Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters. the Asia-Pacific disaster report. Электронный ресурс: <http://www.unisdr.org/> (дата обращения 20.04.2021)

ние набора показателей муниципальных районов российских регионов с набором показателей, применяемых странами Европейского союза [Глинский и др., 2016]. В результате определены абсолютно совпадающие по наименованиям показатели: доля населения трудоспособного возраста в общей численности населения; доля работников организаций, находящихся на территории муниципального района; прибыль (убыток) организаций до налогообложения отчетного года на душу населения. Выделяются важнейшие характеристики экономического развития регионов: объемы произведенной продукции, работ, услуг, оборот торговли, численность занятых в экономике, инвестиции и т.д. Агрегированные показатели муниципальных районов и городов определяются как ресурсные и продуктовые показатели технологии региональной экономической системы. Несколько характеристик из множества показателей, перечисленных выше, вошли в набор для проведения многокритериального сравнительного анализа муниципальных районов в соответствии с перечнем методик [Селютин и др., 2012; Месропян, 2014]:

- объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млн руб. в расчете на 1 жителя;

- ввод в действие жилых домов, кв. м в расчете на 1 жителя;
- оборот розничной торговли, млн руб. в расчете на 1 жителя;
- инвестиции в основной капитал, млн руб. в расчете на 1 жителя;
- среднегодовая численность работников организаций, тыс. чел. в расчете на 1 жителя;
- коэффициент Энгеля (обеспеченность дорогами) [Дабиев, Дабиева, 2015];
- уровень медицинского обслуживания (число лечебно-профилактических организаций).

Исследуемые демографические показатели подробно рассматривались в наших работах ранее [Архипова, Тарасова, 2020а; Архипова и др., 2020б]. В набор демографических показателей входят:

- общий коэффициент рождаемости;
- общий коэффициент смертности;
- общий коэффициент миграционного прироста;
- индекс жизненности;
- доля лиц старше трудоспособного возраста.

К санитарно-гигиеническим показателям качества среды относятся показатели качества питьевой воды, загрязнения почвы, а для городских территорий также – качество воздуха и интенсивность шумовой нагрузки.

Основу исследования составляют базы данных «Показатели муниципальных образований» Единого Интернет-портала Росстата¹, статистическая отчетность по качеству окружающей среды в муниципальных образованиях².

Процесс принятия решений зачастую связан анализом большого количества альтернатив, при этом основной сложностью в выборе верного решения является тот факт, что критерии, или атрибуты, могут быть как качественными, так и количественными, могут иметь различные шкалы и единицы измерения, и наконец, не последнюю роль играет определение значимости критериев относительно друг друга [Демидовский, 2020]. Для анализа нами выбран классический метод в области многокритериального принятия решений TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) [Hwang Ching-Lai, Kwangsun Yoon, 1981; Ozturk, Batuk, 2011; Месропян, 2014]. Использование TOPSIS предполагает следующую последовательность действий. На первом этапе задаются конкретные веса критериев (показателей), с помощью которых производится сравнение альтернатив (территорий) [Ozturk, Batuk, 2011]. Значения по критериям нормируются и взвешиваются.

¹ Базы данных на едином Интернет-портале Росстата. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/databases> (дата обращения 20.04.2021)

² Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Ростовской области в 2018 году и мерах по ее стабилизации. Электронный ресурс. <http://www.61.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 20.04.2021)

Далее рассчитываются евклидовы расстояния в многомерном пространстве критериев от идеальных альтернатив – расстояние до лучшей (D_j^+) и расстояние до худшей альтернативы (D_j^-), как суммы взвешенных разностей для каждого значения показателя v_{ij} , для каждой альтернативы $j = 1, 2, \dots, J$ (1):

$$\begin{aligned} D_j^+ &= \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 (v_{ij} - v_i^+)^2}; \\ D_j^- &= \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 (v_{ij} - v_i^-)^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

где w_i – вес i -го критерия, $i = 1, 2, \dots, n$;

v_i^+ – значение показателя для альтернативы с максимальным значением (лучшей);

v_i^- – значение показателя для альтернативы с минимальным значением (худшей).

Далее для каждого объекта j рассчитывается интегральная оценка в виде отношения найденных расстояний (2):

$$C_j = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^+} \quad j=1, 2, \dots, J. \quad (2)$$

Вектор относительных расстояний C позволяет ранжировать объекты и сравнить их между собой количественно. Метод позволяет построить наилучшую и наихудшую альтернативу из набора рассматриваемых критериев и сравнить близость объектов к каждой из альтернатив. Основная идея метода многокритериального принятия решений TOPSIS достаточно проста: после определения «идеального» и «идеально-негативного» ожидаемого состояния производится попытка поиска такого решения, которое бы позволяло максимально приблизиться к «идеальному» состоянию и оставаться максимально удаленным от «идеально-негативного». Процесс принятия решения начинается с раунда оценивания, когда эксперт оценивает все альтернативные решения по всем критериям. В результате формируется матрица решений.

Инструмент Поиск сходства, реализованный в ArcGIS Pro¹, представляет собой аналог приведенного выше метода и так же используется для отбора объектов-кандидатов, которые имеет наибольшее сходство (или наибольшее различие) с одним или более входных объектов сопоставления (оптимального критерия). Сопоставление методом Поиск сходства производится на основе значений атрибутов или ранжированных атрибутов. Если имеется более одного входного объекта для сопоставления, атрибуты для всех объектов усредняются для создания составного целевого объекта, который будет использоваться в процессе сопоставления. При выборе атрибутивных значений в качестве параметра сопоставления, инструмент сначала стандартизирует все атрибуты интереса. Затем для каждого кандидата он вычитает стандартизированные значения из целевых, возводит разницу в квадрат и суммирует возведенные в квадрат разницы в одно целое. Полученная сумма есть индекс сходства для данного кандидата. Когда таким образом будут обработаны все кандидаты, они будут ранжированы от наименьшего индекса (больше сходства) до наибольшего (меньше сходства). В отличие от метода TOPSIS этот метод позволяет выбрать заранее оптимальную альтернативу. В частности, для оценки санитарно-гигиенической оценки качества среды можно выбрать нулевую альтернативу, то есть отсутствие загрязнения. Все найденные решения получают ранг от наиболее до наименее сходных. Наиболее сходное решение получает значение ранга 1.

¹ Как работает Поиск сходства ArcGIS Pro. Электронный ресурс: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-similarity-search-works.htm> (дата обращения 20.04.2021)

Использование приведенных методов позволяет провести оценку развития территории по выбранным группам показателей за исследуемый период. Интегральный показатель представляет собой сумму частных показателей. Муниципальному району с наименьшим суммарным показателем присваивается высший ранг – 1.

Основное программное обеспечение – ArcGIS Pro (методы многокритериальной пространственной статистики), модуль DECERNS MCDA DE¹ (включающий набор инструментов мультикритериального анализа принятия решений).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В состав прибрежной зоны Азовского моря входят прибрежные районы Ростовской области – Мясниковский, Матвеево-Курганский, Неклиновский, Азовский, Куйбышевский, Родионово-Несветайский и Краснодарского края – Приморско-Ахтарский, Темрюкский, Славянский, Щербиновский и Ейский (рис. 1).



Рис. 1. Прибрежные территории Ростовской области и Краснодарского края
Fig. 1. The coastal zone of the Rostov Region and Krasnodar Krai

¹ Multi-criteria decision analysis system. Электронный ресурс: <http://www.decerns.com/> (дата обращения 20.04.2021)

Для ранжирования муниципальных образований были выбраны основные показатели экономического и демографического развития за 2018 г. Исходные данные для анализа по методу TOPSIS представлены в табл. 1.

Табл. 1. Экономические показатели развития муниципальных образований
Table 1. Economic indicators of the development of municipalities

Альтернативы / Критерии	Ввод в действие жилых домов, тыс. м ²	Инвестиции в основной капитал, тыс. руб.	Оборот розничной торговли, тыс. руб.	Коэффициент Энгеля (дороги)	Уровень мед. обслуживания (Число лечебно-профилактич. учреждений)
	v_1	v_2	v_4	v_5	v_3
1. Азовский	89.281	1.540	34.513	0.043	63
2. Матвеево-Курганский	12.650	0.517	16.22	0.06	32
3. Мясниковский	29.3	1.490	0.128	0.05	15
4. Неклиновский	41.839	0.796	21.579	0.067	60
5. Ейский	47.691	2.34	57.647	0.04	114
6. Славянский	58.611	9.359	51.184	0.069	79
7. Приморско-Ахтарский	9.802	0.707	36.295	0.038	33
8. Темрюкский	19.210	46.028	73.267	0.06	33
9. Щербиновский	7.789	0.968	25.333	0.045	17

По данным показателям построено два вектора идеальных альтернатив: первый – с наилучшими значениями F_{\max} ($v_1 = 89,3$; $v_2 = 46,03$; $v_3 = 79,8$; $v_4 = 114$; $v_5 = 0,069$), характеризующими высокие темпы строительства и инвестиций, минимальный объем выброса в атмосферу загрязняющих веществ, оборот розничной торговли, уровень медицинского обслуживания и обеспеченность дорогами; и второй – с худшими значениями по этим критериям – F_{\min} ($v_1 = 7,789$; $v_2 = 0,517$; $v_3 = 16,220$; $v_4 = 15$; $v_5 = 0,038$).

Все муниципальные образования проранжированы на основе близости по расстоянию от F_{\max} и F_{\min} , и построен индекс сходства (Similarity index) Ind_{sim} (0.573; 0.550; 0.543; 0.503; 0.453; 0.443; 0.416; 0.284). Результат представлен на рис. 2.

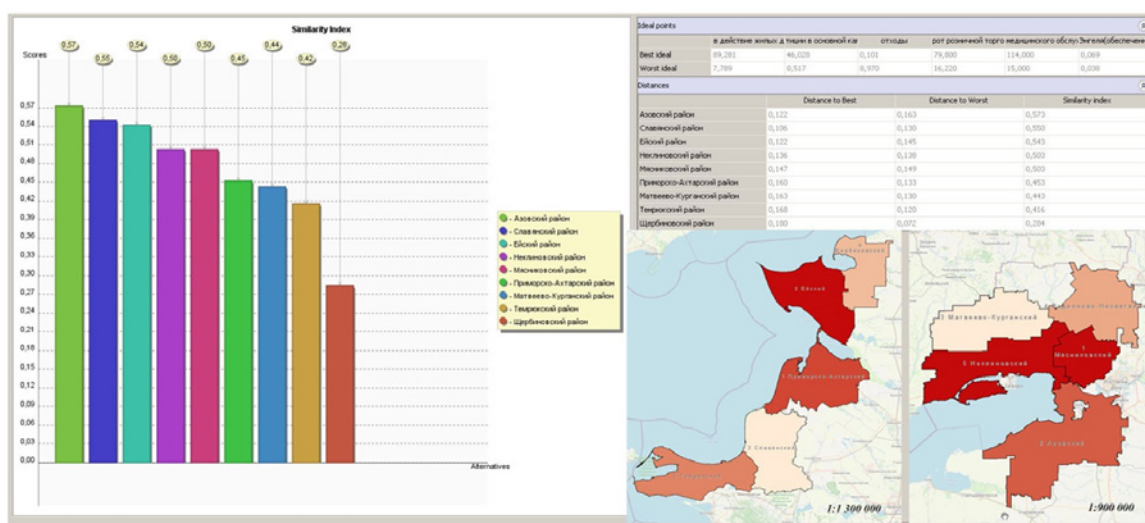


Рис. 2. Ранжирование территорий по группе экономических показателей (метод TOPSIS и метод Поиск сходства (ArcGIS Pro))
Fig. 2. Ranking of the territory by economic group of indicators (TOPSIS & Similarity Search (Spatial Statistics))

Ранжирование прибрежных территорий Азовского моря по экономической группе показателей представлено на рис. 2. Наилучшее значение экономических показателей отмечено в Азовском районе, самое низкое – в Щербиновском районе.

Аналогично был проведен анализ по демографическим показателям: $K_p(v_1)$ – коэффициент рождаемости, $K_{sm}(v_2)$ – коэффициент смертности, $K_m(v_3)$ – коэффициент миграции, $K_{vozr}(v_4)$ – процент населения старше трудоспособного возраста (рис. 3).

Табл. 2. Демографические показатели развития муниципальных образований
Table 2. Demographic indicators of the development of municipalities

Альтернатива / Критерии	v_1 К рождаемости	v_2 К смертности	v_3 К миграции	v_4 % населения старше трудоспособного возраста
Азовский	11.7	13.6	4.1	25.4
Матвеево-Курганский	11.4	16.6	-2.5	27.6
Мясниковский	13.3	11.6	21.1	23.8
Родионово-Несветайский	11.6	14.5	-9.8	27.6
Ейский	8.5	14.4	2.64	30.575
Приморско-Ахтарский	7.6	13.4	7.532	31.763
Славяновский	9	12	4.549	25.5
Темрюкский	11	12.7	10	28.3
Щербиновский	8	14.6	-2.66	28.914

Лучшая альтернатива по демографическим показателям $D_{max} = (v_1 = 13.3; v_2 = 11.6; v_3 = 21.1; v_4 = 23.8)$ с темпом роста рождаемости, превышающим уровень смертности, высоким положительным притоком мигрантов и с достаточно низким процентом населения старше трудоспособного возраста, худшая $D_{min} = (v_1 = 7.6; v_2 = 16.6; v_3 = -9.8; v_4 = 31.763)$. Аналогично ранжирование прибрежных территорий Азовского моря по данной группе показателей представлено на рис. 3.

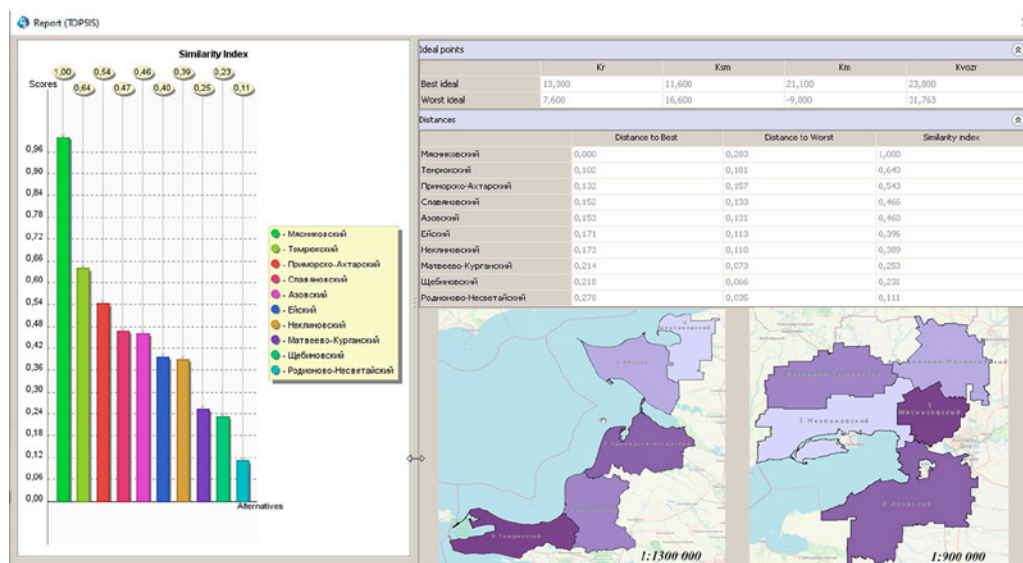


Рис. 3. Ранжирование территорий по группе демографических показателей (метод TOPSIS и метод Поиск сходства (ArcGIS Pro))

Fig. 3. Ranking of territories by demographic group of indicators (TOPSIS & Similarity Search (Spatial Statistics))

Индекс сходства $Ind_{dem} = (1; 0.64; 0.543; 0.466; 0.46; 0.396; 0.389; 0.253; 0.234; 0.111)$. Наилучшее значение демографического показателя отмечено в Мясниковском районе, наихудшее – в Родионово-Несветайском.

В качестве основного критерия по санитарно-гигиеническим показателям по Ростовской области рассматривались группы показателей, характеризующих превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в питьевой воде и почве. Общий уровень санитарно-гигиенической ситуации по районам Ростовской области характеризуется от относительной удовлетворительной в Азовском районе до напряженной в Куйбышевском и Неклиновском районах. По Краснодарскому краю выбирались следующие группы показателей: загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение водных объектов, загрязнение окружающей среды пестицидами. Экологическая обстановка на территориях муниципальных образований Краснодарского края в Темрюкском, Щербиновском, Славянском районах оценена как «умеренно благоприятная», однако нагрузка на окружающую среду по показателям, характеризующим транспортную нагрузку по числу транспортных единиц на 1000 жителей и густоте транспортных магистралей в Темрюкском районе оценивается как «очень высокая», а в Славянском районе, кроме данного показателя, значение индикатора, характеризующего нагрузку на окружающую среду, за счет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками, соответствует высокому уровню нагрузки, в Щербиновском районе вода природных поверхностных водоемов относится к 4 классу – разряду «очень загрязненная», в Приморско-Ахтарском и Ейском районах – «вполне благоприятная». Для санитарно-гигиенических показателей качества среды были использованы методы пространственной статистики ArcGIS Pro. Сравнение проведено методом оценки сходства. В качестве оптимальной альтернативы выбраны нулевые показатели (отсутствие загрязнения). Ранжирование районов прибрежных территорий Азовского моря по группе санитарно-гигиенических показателей представлено на рис. 4. Проведение анализа методом TOPSIS дает аналогичный результат.

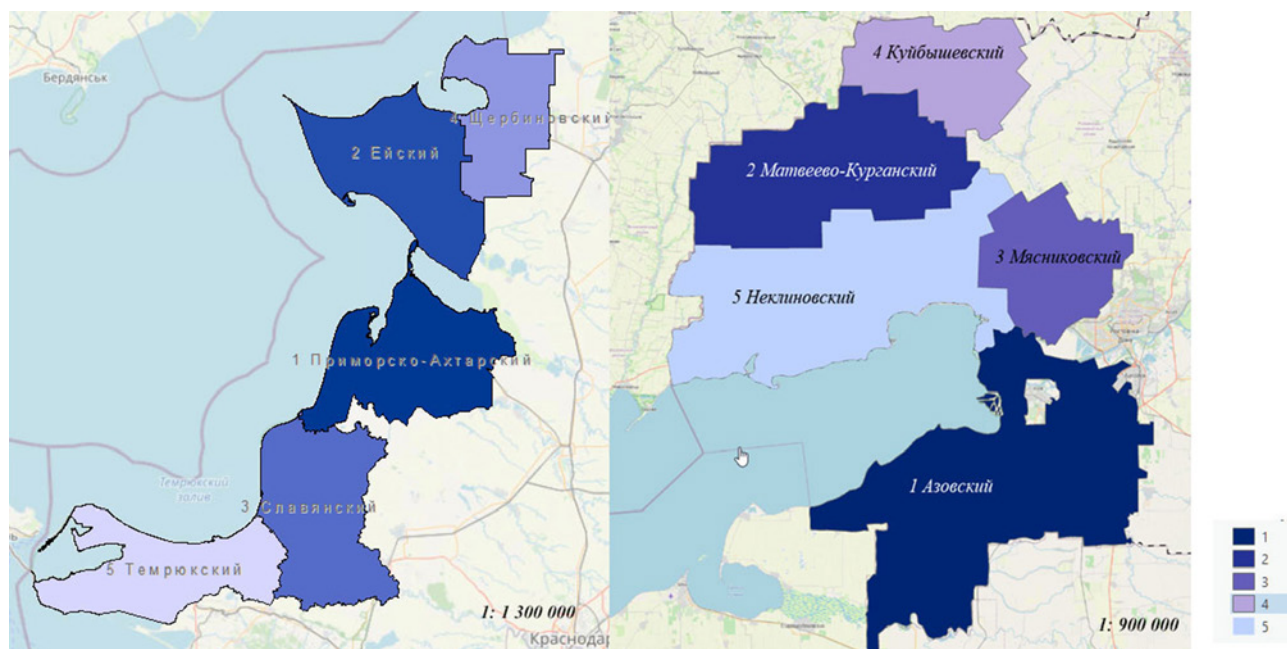


Рис. 4. Ранжирование территории по санитарно-гигиеническим показателям. Высший ранг – 1 (метод Поиск сходства (ArcGIS Pro))

Fig. 4. Ranking of the territory according to sanitary and hygienic indicators. Highest rank – 1 Similarity Search (Spatial Statistics)

Интегральный показатель устойчивого развития территорий с учетом всех факторов позволил выделить районы с относительно устойчивым развитием (Мясниковский, Азовский, Матвеево-Курганский в Ростовской области; Темрюкский, Ейский, Щербиновский, Славянский – Краснодарский край) и районы с видимым отставанием (Приморско-Ахтарский, Неклиновский, Куйбышевский, Родионово-Несветайский) (рис. 5). Комплексный анализ рисков позволил выделить детерминанты, определяющие устойчивость или неустойчивость развития прибрежной зоны Азовского моря.



Рис. 5. Ранжирование территорий Ростовской области и Краснодарского края: интегральный показатель. Высший ранг – 1

Fig. 5. Ranking of the territories of the Rostov region and Krasnodar Krai: an integral indicator. Highest rank – 1

Достаточно высокие показатели экономического развития Темрюкского района обусловлены повышением инвестиционной привлекательности района и миграционным приростом в связи со строительством Крымского моста и, как следствие, увеличением транспортной и антропогенной нагрузки. Азовский район Ростовской области демонстрирует более стабильные показатели по всем группам критериев, уступая в группе демографических показателей только Мясниковскому району (высокие результаты развития в этой группе, скорее всего, связаны с близостью города-миллионника – Ростова-на-Дону).

ВЫВОДЫ

Проведен анализ основных социально-экономических индикаторов устойчивого развития на выбранных эталонных районах Ростовской области и Краснодарского края. На основе модели комплексного анализа рисков для прибрежных зон Азовского моря (Российский сектор) проведена сравнительная оценка устойчивого развития муниципальных районов Ростовской области и Краснодарского края. В работе использовано программное обеспечение ArcGIS Pro

(методы многокритериальной пространственной статистики), модуль DECERNS MCDA DE (включающий набор инструментов мультикритериального анализа принятия решений). Оба метода показывают сходные результаты. В ходе проведенного исследования был научно обоснован набор экономических, демографических и санитарно-гигиенических показателей, определяющих устойчивое развитие территории. Так как устойчивое развитие – динамический процесс последовательных положительных изменений, то для анализа распределения данных и выявления закономерностей (трендов) в контексте пространства–времени может быть использован Углубленный анализ пространственно-временных закономерностей ArcGIS, который опирается на статистические инструменты. Построенный методами ГИС пространственно-временной куб позволит выявить положительные и отрицательные тренды в развитии каждого муниципального образования. Дальнейшее исследование предполагает проведение подобного анализа для периода с 2007 по 2019 гг. и выявление положительных и отрицательных трендов в развитии регионов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 01201363188.

ACKNOWLEDGEMENTS

This publication was prepared as part of the GZ SSC RAS No. 01201363188.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипова О.Е., Тарасова Т.Т.* Оценка демографического состояния прибрежной зоны Азовского моря с применением геоинформационных технологий. Наука Юга России. 2020а. Т. 16. № 2. С. 51–62. DOI: 10.7868/S25000640200206.
2. *Архипова О.Е., Чернозубова Е.А., Тарасова Т.Т.* Анализ медико-экологических и социально-демографических факторов развития прибрежной зоны Азовского моря. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2020б. Т. 26. № 3. С. 105–123. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-3-26-105-123>.
3. *Глинский В.В., Серга Л.К., Булкина А.М.* Дифференциация муниципальных образований как фактор экономического развития территорий. Вопросы статистики. 2016. №. 8. С. 46–52.
4. *Гогоберидзе Г.Г., Аракелов М.С., Мавриди К.П., Аракелов А.С.* Методика социально-экономического районирования территориальных объектов Краснодарского Причерноморья. Региональная экономика: теория и практика. 2013. №. 15. С. 2–8.
5. *Дабиев Д.Ф., Дабиева У.М.* Оценка транспортной инфраструктуры макрорегионов России. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 11. 2015. С. 289–284.
6. *Демидовский А.В.* Сравнительный анализ методов многокритериального принятия решений: ELECTRE, TOPSIS и ML-LDM. XXIII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2020). Сборник докладов. СПб.: СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. С. 234–237.
7. *Месропян К.Э.* Аналитическая поддержка системы стратегического планирования: методика оценки сравнительной эффективности экономики регионов ЮФО. Региональная экономика. Юг России. 2014. № 1. С. 126–133.
8. *Селютин В.В., Заруцкий С.А., Месропян К.Э.* Гибридная технология интегрального оценивания эффективности региональных систем (на примере городов Юга России). Информационные технологии в образовании. 2012. № 13. С. 163–170.
9. *Тикунов В.С., Черешня О.Ю.* Региональная оценка экономического развития. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2018. Т. 24. № 1. С. 44–53.
10. *Цыдыпова Э.С.* Критерии устойчивого развития региона. Наука вчера, сегодня, завтра. 2016. № 2 (2). С. 125–131.

11. Юсупов К.Н., Янгиров А.В., Тимирьянова В.М., Токтамышева Ю.С. Оценка влияния территориального расположения на развитие муниципальных образований. Экономика региона. 2019. № 3. С. 851–864. DOI: 10.1142/S0219622011004695.
12. Bush D.M., Neal W.J., Young R.S., Pilkey O.H. Utilization of geo-indicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management*. 1999. No. 42. P. 647–670.
13. Carrasco A.R., Ferreira Ó., Matias A., Freire P. Flood hazard assessment and management of fetch-limited coastal environments. *Ocean and Coastal Management*. 2012. No. 65. P. 15–25.
14. Hwang Ching-Lai, Kwangsun Yoon Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making*. 1981. P. 58–191.
15. Navas J.M., Telfer T.C., Ross L.G. Separability indexes and accuracy of neurofuzzy classification in geographic information systems for assessment of coastal environmental vulnerability. *Ecological Informatics*. 2012. No. 12. P. 43–49.
16. Ozturk D., Batuk F. Implementation of GIS-based multicriteria decision analysis with VB in ArcGIS. *International Journal of Information Technology & Decision Making*. 2011. V. 10. No. 06. P. 1023–1042. <https://doi.org/10.1142/S0219622011004695>.
17. Wong K.T.M., Lee J.H.W., Harrison P.J. Forecasting of environmental risk maps of coastal algal blooms. *Harmful Algae*. 2009. V. 8. P. 407–420.
18. Yasuhara K., Komine H., Murakami S., Chen G., Mitani Y., Duc D.M. Effects of climate change on geo-disasters in coastal zones and their adaptation. *Geotextiles and Geomembranes*. 2012. No. 30. P. 24–34.

REFERENCES

1. Arkhipova O.E., Tarasova T.T. Assessment of the demographic state of the coastal zone of the Sea of Azov with the use of geoinformation technologies. *Science of the South of Russia*. 2020. V. 16. No. 2. P. 51–62. DOI: 10.7868 / S25000640200206. (in Russian).
2. Arkhipova O.E., Chernogubova E.A., Tarasova T.T. Analysis of medico-ecological and socio-demographic factors in the development of the coastal zone of the Sea of Azov. *InterCarto. InterGIS*. 2020. V. 26. No. 3. P. 105–123. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-3-26-105-123>. (in Russian).
3. Bush D.M., Neal W.J., Young R.S., Pilkey O.H. Utilization of geo-indicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management*. 1999. No. 42. P. 647–670.
4. Carrasco A.R., Ferreira Ó., Matias A., Freire P. Flood hazard assessment and management of fetch-limited coastal environments. *Ocean and Coastal Management*. 2012. No. 65. P. 15–25.
5. Dabiev D.F., Dabieva U.M. Assessment of the transport infrastructure of the macroregions of Russia. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015. No. 11. P. 289–284. (in Russian).
6. Demidovskiy A.V. Comparative analysis of multicriteria decision making methods: ELECTRE, TOPSIS and ML-LDM. XXIII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM-2020). Collection of reports. Saint Petersburg: SPbGETU “LETI”, 2020. P. 234–237. (in Russian).
7. Glinsky V.V., Serga L.K., Bulkina A.M. Differentiation of municipalities as a factor of economic development of territories. *Questions of statistics*. 2016. No. 8. P. 46–52. (in Russian).
8. Gogoberidze G.G., Arakelov M.S., Mavridi K.P., Arakelov A.S. Methodology of socio-economic zoning of territorial objects of the Krasnodar Black Sea region. *Regional economy: theory and practice*. 2013. No. 15. P. 2–8. (In Russian).
9. Hwang Ching-Lai, Kwangsun Yoon Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making*. 1981. P. 58–191.
10. Navas J.M., Telfer T.C., Ross L.G. Separability indexes and accuracy of neurofuzzy classification in geographic information systems for assessment of coastal environmental vulnerability. *Ecological Informatics*. 2012. No. 12. P. 43–49.

11. Mesropyan K.E. Analytical support of the strategic planning system: a methodology for assessing the comparative efficiency of the economy of the regions of the Southern Federal District. *Regional Economy. South of Russia*. 2014. No. 1. P. 126–133. (in Russian).
 12. *Ozturk D., Batuk F.* Implementation of GIS-based multicriteria decision analysis with VB in ArcGIS. *International Journal of Information Technology & Decision Making*. 2011. V. 10. No. 06. P. 1023–1042. <https://doi.org/10.1142/S0219622011004695>.
 13. *Selyutin V.V., Zarutskiy S.A., Mesropyan K.E.* Hybrid technology of integral assessment of the effectiveness of regional systems (on the example of cities in the South of Russia). *Information technologies in education*. 2012. No. 13. P. 163–170. (in Russian).
 14. *Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu.* Regional assessment of economic development. *InterCarto. InterGIS*. 2018. V. 24. No. 1. P. 44–53. (in Russian).
 15. *Tsydypova E.S.* Criteria for sustainable development of the region. *Science yesterday, today, tomorrow*. 2016. No. 2 (2). P. 125–131. (in Russian).
 16. *Wong K.T.M., Lee J.H.W., Harrison P.J.* Forecasting of environmental risk maps of coastal algal blooms. *Harmful Algae*. 2009. V. 8. P. 407–420.
 17. *Yasuhara K., Komine H., Murakami S., Chen G., Mitani Y., Duc D.M.* Effects of climate change on geo-disasters in coastal zones and their adaptation. *Geotext. Geomemb*. 2012. No. 30. P. 24–34.
 18. *Yusupov K.N., Yangirov A.V., Timiryanova V.M., Toktamysheva Yu.S.* Assessment of the influence of territorial location on the development of municipalities. *Economy of the region*. 2019. No. 3. P. 851–864. DOI: 10.1142 / S0219622011004695. (in Russian).
-