НАУКА ЮГА РОССИИ 2024 Т. 20 № 4 С. 81–90
SCIENCE IN THE SOUTH OF RUSSIA 2024 VOL. 20 No 4 P. 81–90

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК: 528.94:332.142
DOI: 10.7868/S25000640240411

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ЭКОСИСТЕМ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ АЗОВСКОГО МОРЯ. ИНДЕКСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

© 2024 г. О.Е. Архипова[1], О.Ю. Патракеева[1], К.Э. Архипова[1]

Аннотация. Привлекательность прибрежной зоны для хозяйственного освоения вызывает необходимость изучения потенциальных возможностей природных комплексов этих территорий. Поскольку прибрежные зоны испытывают значительные экологические нагрузки, возникает необходимость построения модели оценки уязвимости экосистем прибрежной зоны на основе анализа существующей системы индексов. Объект исследования – экономическое пространство: побережье Азовского моря в пределах административно-территориальных образований Краснодарского края и Ростовской области. Цель исследования – оценка факторов экономического развития и их воздействия на экосистемы региона. Основу исследования составляют данные официальной статистики по Краснодарскому краю и Ростовской области, а также данные о водно-болотных угодьях, расположенных на исследуемых территориях. На основе проведенного ранее авторами анализа выбрана модель «объект – давление – выносливость – устойчивость».

Прослежена динамика выбранных индексов на период с 2015 по 2021 г. Для выбора оптимальной стратегии экономического развития (ОСЭР) использован один из методов многокритериального анализа альтернатив. Результатом явилось ранжирование муниципальных образований по степени близости к ОСЭР. В данном исследовании использован метод «поиск сходства», реализованный в среде ArcGis Pro.

Устойчивое развитие прибрежной зоны – это динамический процесс, который должен обеспечивать сбалансированность экономических, социальных и экологических факторов. Следует отметить необходимость баланса экономического развития территорий и мер защиты окружающей среды.

Ключевые слова: оценка уязвимости, устойчивое развитие, прибрежная зона, водно-болотные угодья, эколого-социо-экономическая система, геоинформационные технологии, Азовское море.

ASSESSMENT OF VULNERABILITY OF COASTAL ZONE ECOSYSTEMS OF THE SEA OF AZOV. ECONOMIC DEVELOPMENT INDICES

O.E. Arkhipova[1], O.Yu. Patrakeeva[1], K.E. Arkhipova[1]

Abstract. The attractiveness of the coastal zone for economic development requires a comprehensive study of the potential of the natural complexes of these territories. Since coastal zones experience significant environmental stress, there is a need to build a model for assessing the vulnerability of coastal zone ecosystems based on the analysis of the existing system of indices. The object of the study is the economic space – the coast of the Sea of Azov, within the administrative-territorial entities of the Krasnodar Territory and the Rostov Region. The purpose of the study is to assess the indices of economic development and their impact on the region's ecosystems. The study is based on official statistics of the Krasnodar Territory and the Rostov Region, as well as data on wetlands located in the study areas. Based on the analysis previously conducted by the authors, the object-pressure-endurance-resilience model was selected.

[1] Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов- на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: arkhipova@ssc-ras.ru

The dynamics of the selected indices for the period from 2015 to 2021 was traced. To select the optimal economic development strategy (OEDS), one of the methods of multi-criteria analysis of alternatives was used. The result was a ranking of municipalities by their proximity to the OEDS. This study uses the Similarity Search method implemented in ArcGis Pro.

Sustainable development of the coastal zone is a dynamic process that should ensure a balance of economic, social and environmental factors. It should be noted that there is a need to balance the economic development of territories and environmental protection measures.

Keywords: vulnerability assessment, sustainable development, coastal zone, wetlands, ecological-socio-economic system, geoinformation technologies, Sea of Azov.

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технологическое развитие Российской Федерации является одним из приоритетов государственной политики и определяется комплексом внешних и внутренних факторов, оказывающих в том числе и негативное влияние на воспроизводство природных ресурсов, связанное с их неэффективным использованием, ростом рисков для жизни и здоровья граждан [1]. Прибрежная зона – это пространство, где с особой интенсивностью осуществляется взаимодействие человека с окружающей средой [2; 3]. Прибрежная территория – это комплексная эколого-социо-экономическая система. Устойчивое развитие прибрежной зоны – это динамический процесс, который должен обеспечивать сбалансированность экономических, социальных и экологических факторов. Понятие уязвимости в настоящее время широко используется в исследованиях изменения климата, экономических систем, экологической обстановки [3]. Поскольку прибрежные зоны испытывают значительные экологические нагрузки, возникает необходимость построения модели оценки уязвимости экосистем прибрежной зоны на основе анализа существующей системы индексов. На этой основе может быть предложена стратегия управления уязвимостью экосистем прибрежной зоны.

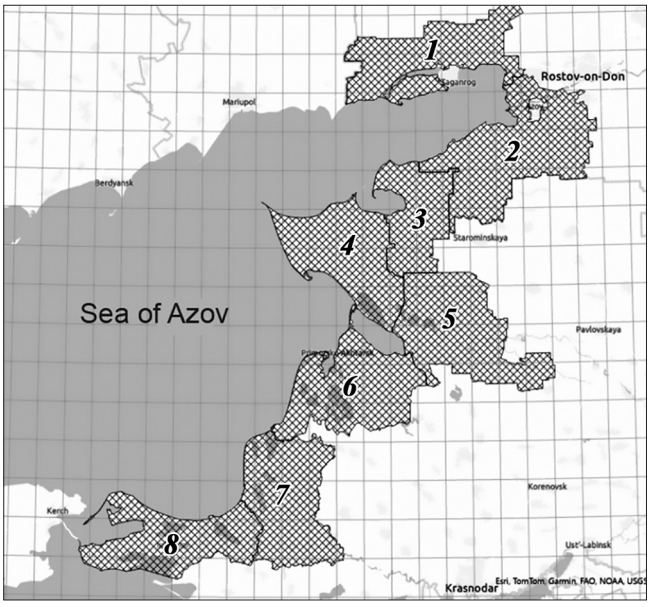

Рис. 1. Объект исследования, районы: *1* – Неклиновский, *2* – Азовский, *3* – Щербиновский, *4* – Ейский, *5* – Каневской, *6* – Приморско-Ахтарский, *7* – Славянский, *8* – Темрюкский.
Fig. 1. The object of the study: *1* – Neklinovskiy District; *2* – Azov District; *3* – Shcherbinovskiy District; *4* – Yeysk District; *5* – Kanevskaya District; *6* – Primorsko-Akhtarsk District; *7* – Slavyanskiy District; *8* – Temryuk District.

Цель исследования – оценка факторов экономического развития и их воздействия на экосистемы региона. Объект исследования – экономическое пространство: побережье Азовского моря в пределах административно-территориальных образований Краснодарского края и Ростовской области (рис. 1).

На рассматриваемых территориях функционируют портовые и промышленные комплексы, рекреационные объекты, сельские хозяйства и другие структуры, что создает повышенную и разнообразную нагрузку на побережье.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основу исследования составляют данные официальной статистики по Краснодарскому краю и Ростовской области за период с 2015 по 2021 г., а также данные о водно-болотных угодьях, расположенных на исследуемых территориях (постановления правительств Краснодарского края и Ростовской области).

В настоящее время разработано целое семейство различных моделей оценки уязвимости экосистем прибрежной зоны [1; 2]. На основе проведенного ранее авторами анализа [3] выбрана модель «объект – давление – выносливость – устойчивость» [4]. Рассматривается один из элементов системы индек-

Таблица 1. Экономические индексы воздействия на экосистему региона. Формулы расчетов
Table 1. Economic indices of impact on the regional ecosystem. Calculation formulas

Индекс Index	Значение Formula	Размерность Dimension	Показатели официальной статистики Indicators of official statistics
Z1	$S_{crops}/S_m \times 100$ %	%	S_{crops} – посевные площади сельскохозяйственных культур, га / area under crops, hectares; S_m – площадь муниципального образования, км^2 / municipal area, km^2
Z2	P/S_m	чел./км^2 people/km^2	P – численность населения муниципального образования за период времени, человек / population of region, people; S_m – площадь муниципального образования, км^2 / municipal area, km^2
Z3	S_{wet}/P	км^2/чел. km^2/people	S_{wet} – площадь водно-болотных угодий и ООПТ, км^2 / area of wetlands and protected areas, km^2; P – численность населения, человек / population, people
Z4	$P_{sea}/P \times 100$ %	%	C_{sea} – среднесписочная численность работников (раздел А: сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство), человек / average number of employees (Section A: agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming), people; C_{total} – среднесписочная численность работников (всего), человек / average number of employees (total), people
Z5	$Z5 = \frac{L}{\sqrt[3]{S \cdot P \cdot Prod}}$	–	L – протяженность автодорог общего пользования местного значения с твердым покрытием муниципального образования, км / length of local public roads with hard surfaces in the municipality, km; P – численность населения муниципального образования за период времени, человек / population for a period of time, people; S – площадь муниципального образования, км^2 / municipal area, km^2; $Prod$ – отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (без субъектов малого предпринимательства), млн рублей / goods of own production shipped, million rubles

сов оценки уязвимости, характеризующий объект, – индексы экономического развития. **Объект** в терминах данной модели – это экосистема прибрежной зоны, которая выполняет задачи морского экономического развития, защиты биологических ресурсов, защиты окружающей среды и социальной стабильности. Он охватывает различные аспекты, такие как экономика, общество и экология. В модели объект представлен набором показателей (Z1–Z5). Измерение **давления** отражается следующими показателями в системе индексов: выбросы твердых промышленных отходов, количество сточных вод, поступающих в море, интенсивность мелиорации (Z6–Z8), **выносливость** системы характеризуется показателями экологической, социально-экологической и туристической емкости, определяемыми методами экспертных оценок. Экосистемы прибрежных зон обладают определенной степенью экологической **устойчивости**, в основном зависящей от уровня инвестиций общества в защиту прибрежных зон. Таким образом, устойчивость экосистем прибрежной зоны тесно связана с тем, насколько большое значение человеческое общество придает защите окружающей среды. Усиленное экономическое развитие территорий усиливает воздействие на экосистему, и только сбалансированное развитие региона в целом позволит определить оптимальную стратегию.

Показатели модели, отвечающие за давление, выносливость и устойчивость [5; 6], не являются предметом обсуждения в данной статье.

Показатели Z1–Z5 сводятся в интегральный критерий одним из методов многокритериального анализа альтернатив. В данном исследовании ис-

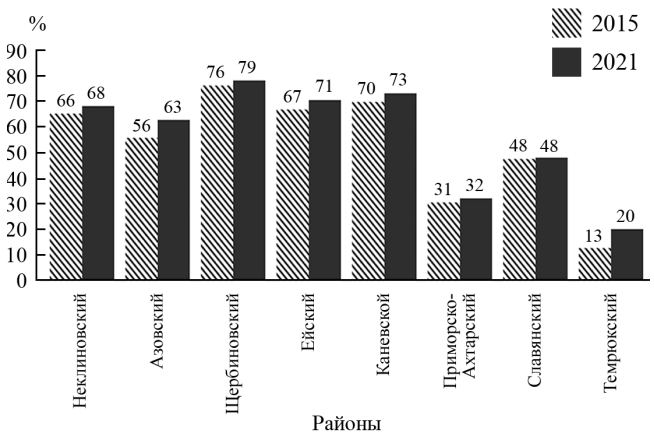

Рис. 2. Доля посевных площадей (Z1) в 2015 и 2021 гг.
Fig. 2. Proportion of agricultural area (Z1) in 2015 and 2021.

пользован метод «поиск сходства», реализованный в среде ArcGis Pro. «Поиск сходства» представляет собой аналог метода многокритериального анализа альтернатив и используется для отбора объектов-кандидатов, которые имеют наибольшее сходство (или наибольшее различие) с одним или более входным объектом сопоставления (оптимального критерия). Сопоставление методом «поиска сходства» производится на основе ранжированных атрибутов. При выборе атрибутивных значений в качестве параметра сопоставления (Z1–Z5) 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. Таким образом обработаны все кандидаты, они ранжированы от наименьшего индекса (больше сходства) до наибольшего (меньше сходства). Метод позволяет выбрать заранее оптимальную альтернативу. В качестве объекта сопоставления выбирается объект с максимальными значениями выбранных показателей. Поиск сходства определяет, какой из объектов-кандидатов имеет наибольшее сходство (или наибольшее различие) с объектом сопоставления. Наименьший ранг имеет объект, наиболее близкий к оптимальному.

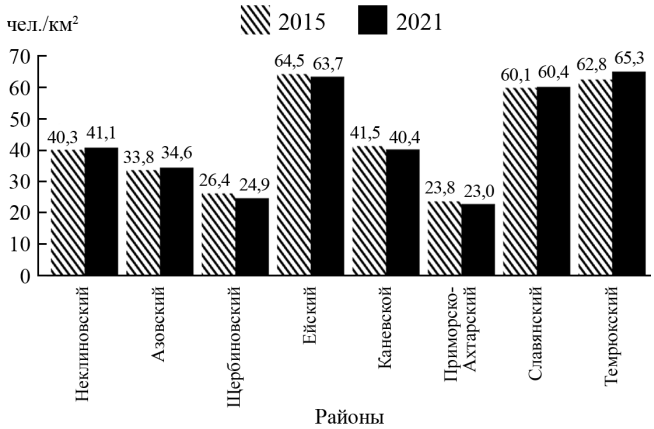

Рис. 3. Плотность населения по муниципальным образованиям (Z2).
Fig. 3. Population density by municipalities (Z2).

Основные элементы системы индексов, характеризующих объект, связаны с морской экономикой, урбанизацией и развитием сельского хозяйства. Они оказывают непосредственное воздействие на экосистему региона.

В системе индексов оценки уязвимости характеристика объекта и его воздействие на экосистему отражается следующими показателями: увеличением доли посевных площадей (Z1), плотностью населения в прибрежной зоне (Z2), площадью водно-болотных угодий, связанных с морем, на душу населения (Z3), долей занятых в сельском хозяйстве и перерабатывающей отрасли от общей численности работающих (Z4), активным развитием транспортной инфраструктуры (Z5).

Расчет основных показателей, характеризующих объект, представлен в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Z1. Антропогенное давление на экосистему, выраженное в увеличении посевных площадей и постепенном вытеснении естественной растительности, существенно изменяет естественный экологический фон (рис. 2).

Здесь вступают в противоречие два основных фактора: с одной стороны – рост экономического благосостояния, с другой – усиление нагрузки на экосистему. Доля посевных площадей достигает 80 % от общей территории районов (рис. 2) с тенденцией в сторону увеличения, что повышает антропогенное давление на экосистему прибрежных зон (распашке подвергаются даже территории водоохранных зон).

Z2. Плотность населения вследствие незначительного роста или уменьшения численности населения в муниципальных образованиях существенно не изменилась, кроме Темрюкского (+) и Щербиновского (−) районов (рис. 3).

Z3. Относительным препятствием для дальнейшего расширения зон антропогенного влияния слу-

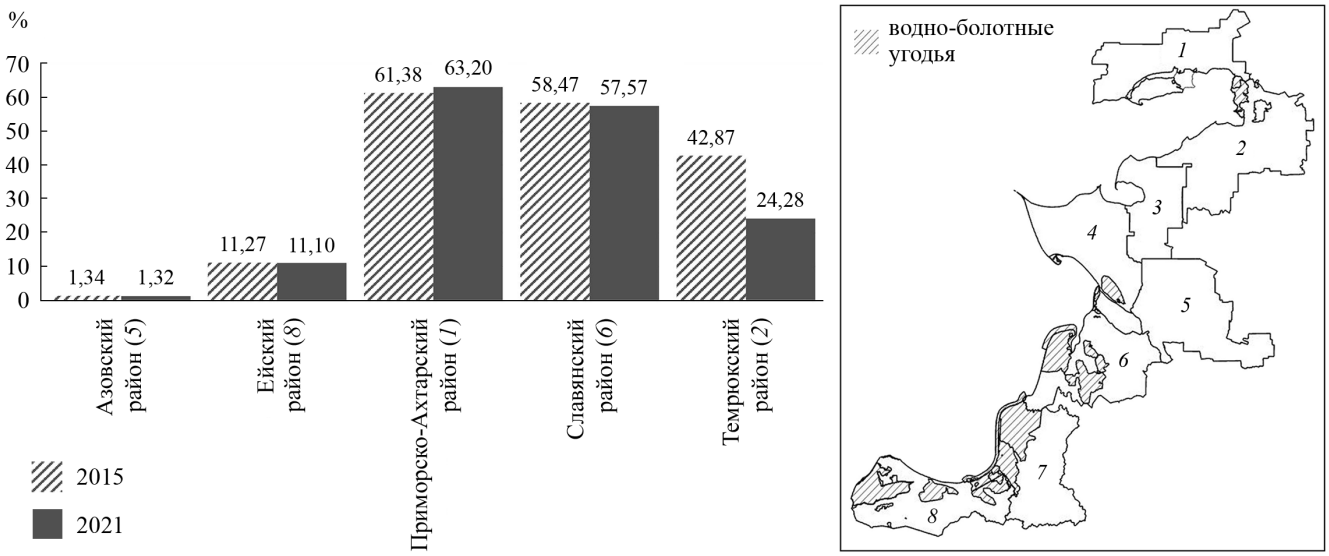

Рис. 4. Площадь водно-болотных угодий (Рамсарская конвенция) и ООПТ прибрежной зоны [11]), связанных с морем, на душу населения (Z3), районы: *1* – Неклиновский, *2* – Азовский, *3* – Щербиновский, *4* – Ейский, *5* – Каневской, *6* – Приморско-Ахтарский, *7* – Славянский, *8* – Темрюкский.

Fig. 4. Area of wetlands (Ramsar Convention) and coastal protected areas [11]) associated with the sea, per capita (Z3): *1* – Neklinovskiy District; *2* – Azov District; *3* – Shcherbinovskiy District; *4* – Yeysk District; *5* – Kanevskaya District; *6* – Primorsko-Akhtarsk District; *7* – Slavyanskiy District; *8* – Temryuk District.

жат зоны охраны водно-болотных угодий и особо охраняемых природных территорий (ООПТ) (рис. 4), хотя доля площадей водно-болотных угодий на душу населения достаточно мала (исключение составляют Славянский и Приморско-Ахтарский районы).

Использование методов космического мониторинга позволило оценить состояние водно-болотных угодий [7]. В качестве основных источников данных использованы архивные снимки Landsat8 прибрежной территории Азовского моря [8]. В работе [7] проведен анализ зарастания водной растительностью водно-болотных угодий с использованием методов дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий. В результате анализа было выявлено увеличение антропогенного давления на водно-болотные угодья [7]. Данные, изложенные в работах [9; 10], подтверждают, что в последние десятилетия в большинстве азовских лиманов сокращаются нерестовые площади и увеличиваются площади плавней, поэтому необходимо проводить постоянный мониторинг зарастания водной поверхности растительностью.

Z4. Анализ занятости населения показал тенденцию к уменьшению числа занятых в сферах, связанных с морской и перерабатывающей деятельностью (рис. 5). Изменения в численности занятых, скорее всего, связаны с демографическими процессами. В Ростовской области основным трендом динамики возрастной структуры населения в период 2010–2021 гг. стало увеличение абсолютной и относительной численности лиц моложе и старше трудоспособного возраста при сокращении численности и доли трудоспособного населения [12]. С точки зрения нагрузки на окружающую среду это положительная тенденция.

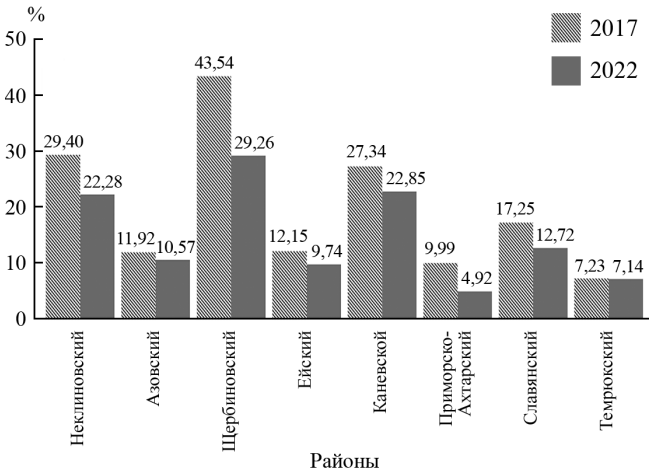

Рис. 5. Доля занятых в морской, сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслях (раздел А: сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство) (Z4) в общей численности работающих.

Fig. 5. Proportion of employees in the marine, agricultural and processing industries (Section A: agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming) (Z4) out of the total number of employees.

Таблица 2. Доля протяженности автодорог общего пользования местного значения, отвечающих нормативным требованиям (%)
Table 2. The length of public roads of local importance that meet regulatory requirements (%)

Зона Zone	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Азовский район Azov District	42,8	66,3	52,4	47,9	48,5	49,0	50,2	49,2	49,8
Неклиновский район Neklinovskiy District	28,2	32,8	34,4	35,5	36,0	36,8	39,0	40,0	40,1
Азов Azov	51,1	51,6	51,9	52,3	59,8	60,3	60,3	60,3	60,3
Таганрог Taganrog	76,0	76,0	76,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
Ейский район Yeysk District	81,8	81,4	78,8	80,0	80,0	80,0	80,3	79,9	80,3
Каневской район Kanevskaya District	–	96,0	–	98,6	96,8	96,9	97,0	97,1	97,1
Приморско-Ахтарский район Primorsko-Akhtarsk District	78,4	78,0	79,5	80,1	82,8	84,7	84,7	84,7	86,7
Славянский район Slavyanskiy District	99,4	99,2	98,5	98,8	89,5	89,2	94,6	89,2	89,3
Темрюкский район Temryuk District	89,2	93,9	93,9	93,2	93,8	94,4	92,6	93,4	93,2
Щербиновский район Shcherbinovskiy District	54,75	52,46	56,48	56,56	59,59	59,6	59,5	59,8	59,8

Примечание. Источник данных «База данных показателей муниципальных образований» [16].
Note. Data source “Municipal Indicators Database” [16].

Z5. Транспортная система выступает носителем связей, влияющих на степень распространения или затухания импульсов социально-экономического развития региона [13]. Используемая в данном исследовании формула расчета показателя уровня развития транспортной инфраструктуры является модификацией расчета коэффициента Энгеля и коэффициента Василевского [14]. Для оценки развития автодорожной инфраструктуры рассчитывается индикатор, учитывающий площадь муниципального образования, численность населения, протяженность дорог общего пользования местного назначения, отгрузку товаров собственного производства и выполнение работ и услуг собственными силами. Значения отгрузки товаров собственного производства скорректированы на индекс цен производителей промышленных товаров в зависимости от принадлежности муниципального образования к Ростовской области или Краснодарскому краю.

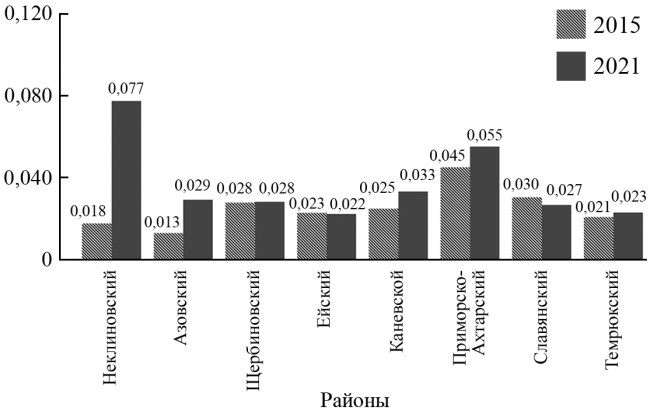

Рис. 6. Индекс развития транспортной инфраструктуры, отвечающий нормативным требованиям.
Fig. 6. Transport Infrastructure Development Index, regulatory requirements for the quality of road surface.

Согласно региональному проекту «Дорожная сеть», который реализуется в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги», в Ростовской области доля автомобильных дорог регионального и муниципального значения, соответствующих нормативным требованиям, должна составлять 56,1 % к 2024 г. Прибрежные территории характеризуются низким качеством дорожного покрытия, за исключением Азова. Поэтому при расчете был использован корректирующий показатель качества автомобильных дорог [15] (табл. 2).

Таблица 3. Результаты многокритериального оценивания (инструмент «поиск сходства»)
Table 3. Results of multi-criteria assessment (the Similarity Search tool)

Attribute	Min	Max	SD	Mean
Z1_2015	13,0000	76,0000	19,5549	54,7778
Z2_2015	23,8000	79,0000	18,1171	48,0222
Z3_2015	0,0000	64,5000	27,7333	26,6478
Z4_2015	7,2300	43,5400	13,3028	22,4844
Z5_2015	0,0130	0,0450	0,0105	0,0276
Z1_2021	20,0000	79,0000	19,7115	58,8889
Z2_2021	23,0000	65,3000	15,0810	43,6111
Z3_2021	0,0000	63,2000	27,0938	31,49
Z4_2021	4,9200	29,2600	8,9207	16,5267
Z5_2021	0,0220	0,0770	0,0212	0,0412

По Краснодарскому краю целевой уровень соответствия нормативам к 2024 г. – 54 %. Все прибрежные зоны Краснодарского края имеют высокий показатель качества местной дорожной сети.

Таким образом, индекс развития транспортной инфраструктуры (Z5) был скорректирован на эту величину (рис. 6).

Расчеты за период 2015–2021 гг. показали, что наибольший прирост индекса зафиксирован в Приморско-Ахтарском, Неклиновском и Азовском районах (рис. 6), что обеспечено значительным увеличением протяженности дорожной сети при незначительном росте как численности населения, так и экономической активности.

С точки зрения экономической устойчивости регионов рост экономических показателей, без сомнения, является признаком роста благосостояния, однако обратной стороной является увеличение давления на экосистему и рост ее уязвимости.

Для построения интегральной оценки и выбора наиболее развитых с экономической точки зрения муниципальных образований воспользуемся методами многокритериального оценивания инструмента «поиск сходства».

Для этого все показатели ранжируются от максимальных до минимальных значений. В качестве целевого объекта выберем вектор с максимальными значениями показателей Z1–Z5 для двух периодов – 2015 и 2021 гг.

Для 2015 и 2021 гг. выбираются минимальные и максимальные значения, рассчитываются среднее и сумма квадратов значений различия.

Результаты оценки сформированы в виде таблицы 3.

Сумма квадратов разниц рангов для всех атрибутов интереса определяет индекс сходства кандидата. После обработки всех кандидатов районы ранжируются от наименьшего индекса (больше сходства) до наибольшего (меньше сходства) (рис. 7).

ВЫВОДЫ

В результате исследования были выделены 4 основные группы районов. Самый высокий ранг по состоянию на 2021 г. присвоен Неклиновскому и Славянскому районам. Во вторую группу входят Щербиновский и Каневской районы, третья группа – Ейский и Азовский районы, четвертая группа – Приморско-Ахтарский и Темрюкский районы. Надо

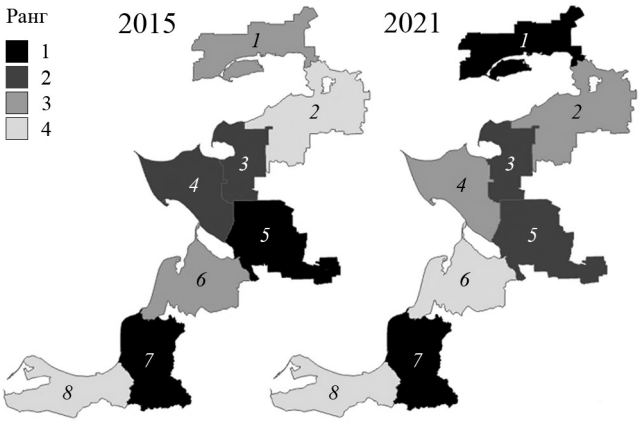

Рис. 7. Построение интегрального индикатора методом многокритериального оценивания (инструмент «поиск сходства»), районы: *1* – Неклиновский, *2* – Азовский, *3* – Щербиновский, *4* – Ейский, *5* – Каневской, *6* – Приморско-Ахтарский, *7* – Славянский, *8* – Темрюкский.
Fig. 7. Construction of an integral indicator using the multi-criteria assessment method (the Similarity Search tool): *1* – Neklinovskiy District; *2* – Azov District; *3* – Shcherbinovskiy District; *4* – Yeysk District; *5* – Kanevskaya District; *6* – Primorsko-Akhtarsk District; *7* – Slavyanskiy District; *8* – Temryuk District.

отметить изменения в рейтингах с начала периода исследования. По сравнению с 2015 г. понизились рейтинги Ейского, Каневского и Приморско-Ахтарского районов, а Азовский район перешел в третью группу.

Азовский и Неклиновский районы Ростовской области тяготеют к Ростовской агломерации, что вызвано расположением этих прибрежных территорий. Наибольший ранг по показателям имеет Неклиновский район, основная деятельность населения которого связана с сельским хозяйством, рыболовством и рыбоводством. К концу исследуемого периода резко поднялся показатель уровня развития транспортной инфраструктуры, что способствует усилению социальных, торговых и инфраструктурных контактов с мегаполисом и приведет в дальнейшем к росту антропогенной нагрузки на территории.

Судя по достаточной стабильности основных показателей развития Z1, Z2, Z3, Z4, решающим фактором оказалось развитие транспортной инфраструктуры. Этот показатель имеет тенденцию к росту практически во всех муниципальных образованиях, кроме Щербиновского, Ейского и Славянского районов.

Согласно стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 г. [17] прибрежные территории Краснодарского края разбиты на экономические зоны.

Каневской и Щербиновский районы относятся к Северной экономической зоне Краснодарского края – территории с диверсифицированной экономикой: развитым агропромышленным комплексом с многоступенчатой переработкой сельскохозяйственной продукции, сбытом на внутренний и внешний рынки, транспортно-логистическим потенциалом, трансграничными связями с соседними регионами. Эти районы имеют высокий ранг по всем основным показателям, что выводит их в начало списка (2-й ранг).

Приморско-Ахтарский, Славянский районы относятся к Центральной экономической зоне. Эти территории характеризуются высокой транспортной доступностью, образуют транспортно-логистическую и экономическую основу «Краснодарского пояса». Благодаря выходу районов к Азовскому морю активно развивается санаторно-курортный комплекс. Спад индекса развития транспортной инфраструктуры в Славянском районе обусловлен запаздывающими темпами расширения дорожной сети относительно темпов роста экономики. Несмотря на этот факт, Славянский район с развитой транспортно-логистической структурой принадлежит к первой группе. Приморско-Ахтарский район обладает достаточно высоким природным потенциалом, процент природных охраняемых территорий этого района самый высокий в прибрежной зоне. Несмотря на то, что индекс транспортной инфраструктуры достаточно высок (сказывается транспортно-логистическая функция района), низкая плотность населения и низкие показатели занятости населения, а также недостаточная транспортная доступность рекреационно привлекательных территорий являются препятствием для его устойчивого развития.

Темрюкский район принадлежит к Черноморской экономической зоне, наиболее развитыми являются агропромышленный, транспортный и санаторно-курортный комплексы, именно эти показатели для этого региона достаточно высоки, кроме того, в последние годы увеличился показатель качества транспортной инфраструктуры (Z5).

В целом прибрежная зона характеризуется активно развивающейся экономикой и повышением рекреационной привлекательности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характеристики экономического пространства прибрежных территорий совместно с оценками антропогенной нагрузки могут являться основой для:

1) получения интегральной оценки устойчивости с применением экспертного знания;

2) построения сводного профиля развития прибрежной зоны.

Экономический рост в муниципальных образованиях, несомненно, является положительным фактором при оценке устойчивого развития регионов. Однако следует отметить, что это повышает уязвимость экосистемы.

Публикация подготовлена в рамках реализации гранта РНФ № 23-27-00408 «Интегральный анализ региональных факторов риска устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря – индикаторы, инструменты, модели».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bernhardt J.R., Leslie H.M. 2013. Resilience to climate change in coastal marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science.* 5: 371–392. doi: 10.1146/annurev-marine-121211-172411

2. Merrill N.H., Mulvaney K.K., Martin D.M., Chintala M.M., Berry W., Gleason T.R., Balogh S., Humphries A.T. 2018. A resilience framework for chronic exposures: water quality and ecosystem services in coastal social-ecological systems. *Coastal Management*. 46(4): 242–258. doi: 10.1080/08920753.2018.1474066

3. Архипова О.Е. 2023. Оценка уязвимости экосистем прибрежной зоны: O-P-E-R-модель. *Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем*. 8(1): 136–146. doi: 10.23885/2500-395X-2023-1-8-136-146

4. Pramanik M.K., Biswas S.S., Mondal B., Pal R. 2016. Coastal vulnerability assessment of the predicted sea level rise in the coastal zone of Krishna–Godavari delta region, Andhra Pradesh, east coast of India. *Environment, Development and Sustainability.* 18(6): 1635–1655. doi: 10.1007/s10668-015-9708-0

5. Wu W., Chen J., Ye R., Li Y. 2019. Vulnerability assessment of urban socio-ecological systems in coastal zones under the influence of typhoons: big data perspective. *Acta Ecologica Sinica*. 39(19): 7079–7086. doi: 10.5846/stxb201808101709

6. Cui H., He G., Lu Y., Yuan J. 2020. Integrated assessment of ecological carrying capacity in coastal cities: a case study in Lianyungang. *Acta Ecologica Sinica*. 40(8): 2567–2576. doi: 10.5846/stxb201902130257

7. Архипова О.Е., Чередникова В.В. 2024. Мониторинг состояния водно-болотных угодий восточного побережья Азовского моря с использованием методов геоинформационных технологий. В кн.: *Стратегические проблемы, угрозы и риски Азовского бассейна и Приазовья («Опасные явления – V»): материалы V Международной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, 10–14 июля 2024 г.).* Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 366–371.

8. *USGS.* URL: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения: 24.02.2024).

9. Бондаренко Л.Г., Кульба С.Н., Петрашов В.И., Смирнов С.С., Матвеева Е.И., Рудакова Н.А. 2021. Оценка зарастания водной растительностью Челбасской группы Азовских лиманов. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 4(4): 14–26. doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_4_14

10. Нагалевский Э.Ю., Нагалевский Ю.Я., Иньшаков К.А. 2013. Особо охраняемые природные территории дельты реки Кубани. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 12: 64–68.

11. *Водно-болотные угодья России.* URL: http://wetlands.oopt.info/ (дата обращения: 20.04.2024).

12. Архипова О.Е., Тарасова Т.Т. 2020. Оценка демографического состояния прибрежной зоны Азовского моря с применением геоинформационных технологий. *Наука Юга России*. 16(2): 51–62. doi: 10.7868/S25000640200206

13. Мыслякова Ю.Г., Котлярова С.Н., Матушкина Н.А. 2021. Генетический подход к оценке инфраструктурной связанности индустриального региона. *Экономика региона.* 17(3): 784–798. doi: 10.17059/ekon.reg.2021-3-5

14. Дабиев Д.Ф., Дабиева У.М. 2015. Оценка транспортной инфраструктуры макрорегионов России. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 11(2): 283–284.

15. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ (последняя редакция). *КонсультантПлюс.* URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/.

16. Базы данных. *Федеральная служба государственной статистики.* URL: https://rosstat.gov.ru/databases (дата обращения: 20.03.2023).

17. Закон Краснодарского края от 21 декабря 2018 года N 3930-КЗ «О Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года» (с изменениями на 5 декабря 2023 года). *Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.* URL: https://docs.cntd.ru/document/550301926.

REFERENCES

1. Bernhardt J.R., Leslie H.M. 2013. Resilience to climate change in coastal marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science.* 5: 371–392. doi: 10.1146/annurev-marine-121211-172411

2. Merrill N.H., Mulvaney K.K., Martin D.M., Chintala M.M., Berry W., Gleason T.R., Balogh S., Humphries A.T. 2018. A resilience framework for chronic exposures: water quality and ecosystem services in coastal social-ecological systems. *Coastal Management*. 46(4): 242–258. doi: 10.1080/08920753.2018.1474066

3. Arkhipova O.E. 2023. [Assessment of vulnerability of coastal zone ecosystems]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem*. 8(1): 136–146. (In Russian). doi: 10.23885/2500-395X-2023-1-8-136-146

4. Pramanik M.K., Biswas S.S., Mondal B., Pal R. 2016. Coastal vulnerability assessment of the predicted sea level rise in the coastal zone of Krishna–Godavari delta region, Andhra Pradesh, east coast of India. *Environment, Development and Sustainability.* 18(6): 1635–1655. doi: 10.1007/s10668-015-9708-0

5. Wu W., Chen J., Ye R., Li Y. 2019. Vulnerability assessment of urban socio-ecological systems in coastal zones under the influence of typhoons: big data perspective. *Acta Ecologica Sinica*. 39(19): 7079–7086. doi: 10.5846/stxb201808101709

6. Cui H., He G., Lu Y., Yuan J. 2020. Integrated assessment of ecological carrying capacity in coastal cities: a case study in Lianyungang. *Acta Ecologica Sinica*. 40(8): 2567–2576. doi: 10.5846/stxb201902130257

7. Arkhipova O.E., Cherednikova V.V. 2024. [Monitoring the conditions of wetlands on the eastern coast of the Sea of Azov applying geographic information technology methods]. In: *Strategicheskie problemy, ugrozy i riski Azovskogo basseyna i Priazov'ya ("Opasnyye yavleniya – V"). Materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii pamyati chlena-korrespondenta RAN D.G. Matishova (g. Rostov-na-Donu, 10–14 iyulya 2024 g.).* [*Strategic problems, threats, and risks of the Sea of Azov basin and the Sea of Azov region ('Hazardous*

Phenomena – V') in memory of Corresponding Member RAS Matishov, D.G.: Proceedings of the 5th International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 10–14 July 2024)]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences: 366–371. (In Russian).

8. *USGS.* Available at: https://earthexplorer.usgs.gov/ (accessed 24 February 2024).
9. Bondarenko L.G., Kulba S.N., Petrashov V.I., Smirnov S.S., Matveeva E.I., Rudakova N.A. 2021. [Assessment of overgrowth of the Chelbas group of the Azov Sea limans with aquatic vegetation]. *Aquatic Bioresources & Environment.* 4(4): 14–26. (In Russian). doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_4_14
10. Nagalevsky E.Yu., Nagalevsky Yu.Ya., Inshakov K.A. 2013. [Specially protected natural areas of the Kuban River delta]. *Environmental Protection in Oil and Gas Complex*. 12: 64–68. (In Russian).
11. *Vodno-bolotnye ugod'ya Rossii*. Available at: http://wetlands.oopt.info/ (accessed 20 April 2024). (In Russian).
12. Arkhipova O.E., Tarasova T.T. 2020. [Assessment of demographic state of the coastal zone of the Sea of Azov with application of geoinformation technologies]. *Nauka Yuga Rossii*. 16(2): 51–62. (In Russian). doi: 10.7868/S25000640200206
13. Myslyakova Yu.G., Kotlyarova S.N., Matushkina N.A. 2021. [Genetic approach to assessing the infrastructure coherence of an industrial region]. *Economy of Region.* 17(3): 784–798. (In Russian). doi: 10.17059/econ.ru.2021-3-5
14. Dabiev D.F., Dabieva U.M. 2015. [Assesment of the infrastrukture of transport of Russia]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 11(2): 283–284. (In Russian).
15. [Federal Law "On Strategic Planning in the Russian Federation" dated 28 June 2014 No. 172-FZ (latest revision)]. *Konsul'tantPlyus.* Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/. (In Russian).
16. [Databases]. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki.* Available at: https://rosstat.gov.ru/databases (accessed 20 March 2023). (In Russian).
17. [Law of Krasnodar Region dated December 21, 2018 No. 3930-KZ "On the Strategy for the Socio-Economic Development of the Krasnodar Region until 2030" (as amended on December 5, 2023)]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov.* Available at: https://docs.cntd.ru/document/550301926

Поступила 05.06.2024