

Т. В. Сукманова, Н. С. Баранов, А. В. Стрекаль

**ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ БЕРЕГОВЫХ СИСТЕМ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДЕКСА CVI**

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия

Поступила в редакцию 10.10.2023 г.

Принята к публикации 20.11.2023 г.

doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6

Для цитирования: Сукманова Т. В., Баранов Н. С., Стрекаль А. В. Оценка уязвимости береговых систем Калининградской области с применением индекса CVI // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. №4. С. 81–94. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6.

Калининградская область представляет собой уникальный субъект Российской Федерации. В последние годы в связи с политической и эпидемиологической обстановкой в мире рекреационная привлекательность Калининградской области значительно выросла, что, в свою очередь, повысило нагрузку на морское побережье. Вместе с тем наблюдается нехватка исследований, посвященных оценке степени уязвимости береговой зоны. Практическая значимость данного исследования заключается в возможности дальнейшего использования его результатов для оценки и анализа уязвимости побережья Калининградской области и принятия решения по проведению ряда мероприятий по защите и охране береговой зоны. Для исследования выбрана методика CVI (индекс уязвимости побережья), наиболее универсальная по сравнению с другими, но требующая специфических параметров для исследуемого объекта / территории. Поставленная цель исследования – оценка уязвимости береговой зоны на побережье Калининградской области. Метод CVI представляет собой классическую балльную систему оценки, которая позволяет выделить ключевые участки и указать ряд мероприятий по предотвращению ухудшения состояния побережья.

Ключевые слова: уязвимость береговой зоны, устойчивость береговой зоны, индекс CVI, побережье Калининградской области

Введение

Для оценки уязвимости / устойчивости береговых систем существует ряд индексов, одни из которых могут учитывать морфологическую устойчивость, другие оценивают социальную и рекреационную нагрузку, третьи комбинируют антропогенные и физические факторы, оказывающие влияние на береговую зону. Наиболее практичным мы находим индекс уязвимости побережья (Coastal Vulnerability Index, CVI), который позволяет оперативно оценить уязвимость береговой зоны к внешним природным и антропогенным опасностям.

Индекс CVI используется для выявления наиболее уязвимых участков береговой зоны с относительно высокими рисками. Индекс охваты-



вает набор ключевых параметров оценки, наиболее актуальных для большинства побережий. Эти параметры связаны с опасностями, которые могут повлиять на состояние исследуемого участка побережья, а также непосредственно связаны с устойчивостью, которая делает систему стабильнее к негативным факторам. Количество и типология параметров могут изменяться в зависимости от района исследования, определенных целей и имеющихся данных. Ключевые параметры оцениваются по балльной шкале от низкого до высокого уровня уязвимости. При расчете вычисляется индекс, благодаря которому можно ранжировать уязвимость определенного участка побережья от низкой уязвимости до высокой для дальнейших исследований, например в рациональном зонировании береговой зоны и управлении ею.

CVI обладает гибкостью в применении параметров, удобен и довольно прост в использовании по сравнению с другими индексами, применяемыми в оценке состояния береговой зоны. Помимо основных параметров могут быть использованы понижающие и повышающие коэффициенты, которые будут специфическими для исследуемого объекта.

Методика CVI используется с 1980-х гг. Изначально она применялась для разработки базы данных об опасностях для прибрежных районов, чтобы обеспечить глобальный обзор относительной уязвимости береговых линий мира к опасностям затопления и эрозии в результате глобальных климатических изменений. Впоследствии методика изменялась другими авторами, которые добавляли специфические параметры для своих районов исследования. Но главным изменением стал учет антропогенных факторов.

Описание района исследования

Побережье Калининградской области подвергается значительным воздействиям как природных, так и антропогенных факторов. Кроме отдельного влияния на состояние берега, процессы взаимодействуют между собой и способствуют либо усилению разрушения береговой зоны, либо ее сохранению. В пределах области можно выделить две крупные системы: северное и западное побережья, что связано с особенностями береговой линии Калининградского (Самбийского) полуострова. Также в этих двух системах можно выделить четыре района: Балтийская коса, Куршская коса, северное и западное побережья Калининградской области.

Береговая зона — территория активного взаимодействия суши и моря, включающая берег и прибрежную полосу морского дна (подводный береговой склон). Подвергаемая воздействию волн береговая зона разрушается или накапливает наносы (песок, гравий, гальку), для которых характерно непрерывное движение. В законодательстве Российской Федерации понятие «береговая зона» не определено, но данный термин используется в ряде документов, в частности в приказе Росводресурсов от 02.06.2016 г. №114 [6] и методических рекомендациях МЧС от 02.12.2021 г. №ДЗ-17-802-5172-ВЯ [4].



Методы исследования

Для оценки уязвимости используются разнообразные методики с определенными критериями, которые можно применять для различных районов исследования (изменяя критерии под определенную специфику территории). Основной методикой расчета в научном консорциуме является формула индекса CVI Вивьен Горниц [10], позволяющая установить потенциальную степень изменения или устойчивости участков береговой линии под воздействием внешних факторов. Горниц использовала индекс для определения уязвимости восточной части Соединенных Штатов в качестве тестового примера.

В 1989 г. В.М. Московкин, Н.В. Есин и Е.А. Ковтун представили свою методику для определения устойчивости морских берегов. Расчет основан на уравнении баланса обломочного материала (управление абразией). При расчете устойчивости берегов рассматривались только природные факторы [5].

В 2018 г. вышла статья Ю.Н. Горячкина, Р.Д. Косьян и В.В. Крыленко, в которой на примере побережья Крымского полуострова при расчете устойчивости учитывались как природные, так и антропогенные факторы. При наличии факторов, снижающих устойчивость берегов, параметру присваивается отрицательное значение, рассматриваются как абразионные берега, так и аккумулятивные [2].

В том же году была опубликована статья итальянского научного коллектива [9], рассматривавшая побережье Апулийского региона (Адриатическое море, Италия). Для расчетов территория побережья была разделена на участки по 500 м. Рассматриваемым параметрам (природным и антропогенным) был присвоен рейтинг уязвимости от 1 до 4 (очень низкая, средняя, высокая и очень высокая соответственно). Авторы отмечают, что предлагаемая процедура достаточно проста в реализации, повторяема и общеприменима. Она позволяет быстро получать карты уязвимости для проведения промежуточной оценки. По сравнению с другими, более полными, но также и более сложными методологиями и моделями, эта методика гораздо более практична, предоставляя инструменты для подготовки и реагирования на различные воздействия на людей и поселения.

Хорватские исследователи в 2019 г. изучали уязвимость восточного побережья Адриатического моря. В отличие от других работ, в их исследовании дается оценка уязвимости побережья со сложной геоморфологией. Авторы подчеркивают необходимость разработки принципов мониторинга и создания стратегии управления рисками в различных морских геофизических условиях. При расчетах используется индекс уязвимости побережья (CVI), научный коллектив подчеркивает его приоритетность в мониторинге, исследовании и грамотном управлении уязвимыми береговыми зонами [12].

В 2020 г. опубликована статья О.А. Ковалевой, А.Ю. Сергеева и Д.В. Рябчук, посвященная индексу уязвимости береговой зоны Финского залива. Она также основывается на методике Горниц, но параметры изменены на специфические для данного района исследования. Они могут быть использованы и для Калининградского побережья. Ос-



новными параметрами для формулы послужили изрезанность береговой зоны, геология берега, элементы побережья, форма пляжа, подводные валы, крутизна подводного склона и подверженность штормам. Значения переменных были взяты от 1 до 3 (от низкого до высокого) [3].

В этом же году вышла статья итальянских исследователей [11]. Они объединяют различные концепции и разрабатывают относительно краткие методы общей оценки уязвимости прибрежной зоны на примере северо-восточной части острова Гозо (Мальта), используя в качестве доминантных параметров морские геоморфологические и геофизические данные. Также присутствуют социальные показатели: показатель медицинской помощи, инвалидности, преклонного возраста, семьи / детей, безработицы, население.

Также необходимо обратить внимание на научные исследования по уязвимости побережья, проводимые в Калининградской области (В. П. Бобыкина, И. И. Волкова, И. И. Кесорецких, Т. В. Шаплыгина). Так, в диссертационном исследовании Т. В. Шаплыгиной проведена комплексная геоэкологическая оценка с использованием показателей-индикаторов, учитывающих как природные особенности прибрежно-морского ландшафта Куршской и Вислинской кос, так и основные антропогенные воздействия [8].

В коллективном исследовании геоэкологического состояния эолового морского ландшафта российских частей Куршской и Вислинской кос, проведенном в 2011 г., уделено внимание уязвимости этих кос по отношению к возможному нефтяному загрязнению. Для оценки были использованы основные параметры, такие как гранулометрический состав, ширина пляжа и состояние авантюны / уступа размыва, а также дополнительные параметры, позволяющие осуществить более полную оценку ситуации на побережье (наличие редких и охраняемых видов флоры и фауны, интенсивность рекреации, а также наличие жилых объектов в непосредственной близости от береговой зоны). Разработанная методика оценки геоэкологического состояния имеет ограничения и может применяться только для природных комплексов, находящихся на подобных аккумулятивных формированиях в прибрежной зоне [1].

В 2022 г. опубликована статья, посвященная оценке состояния авантюны на территории национального парка «Куршская коса». Использовалась методика, схожая с параметрами оценки в индексе CVI (количество котловин выдувания, ширина пляжа, берегозащитные мероприятия, наличие рекреационной зоны, наличие закрепленной растительности т. д.). При сравнении двух результатов полученные оценки состояния совпадают до участка близ администрации национального парка (визит-центр), но на других участках (от визит-центра до границы с Литвой) показатели разнятся. Причиной являются различия в рассматриваемых параметрах и в общем их количестве: в CVI используется ряд дополнительных параметров (среднегодовое значение динамики берега, штормовые явления, степень развитости дорожной сети, природоохранный статус, значительная высота волны, наличие морской инфраструктуры, сезонность рекреационной нагрузки, размер поселе-



ний, характер использования территории, характер изменения береговой линии и геоморфология). Вместе с тем следует отметить, что автор рассматривал состояние авантюны косы, а береговая зона (пляж) была учтена только как зона, которая принимает на себя основную силу штормовой активности [7].

Результаты исследования

В расчетах были совмещены как характеристики самой береговой зоны, так и социально-экономические (антропогенные) факторы, обуславливающие антропогенную нагрузку на зону. Для оценки уязвимости береговой системы в пределах Калининградской части Балтийского моря побережье региона было разделено на 4 района: Балтийская и Куршская косы, северное и западное побережья (рис. 1).

85

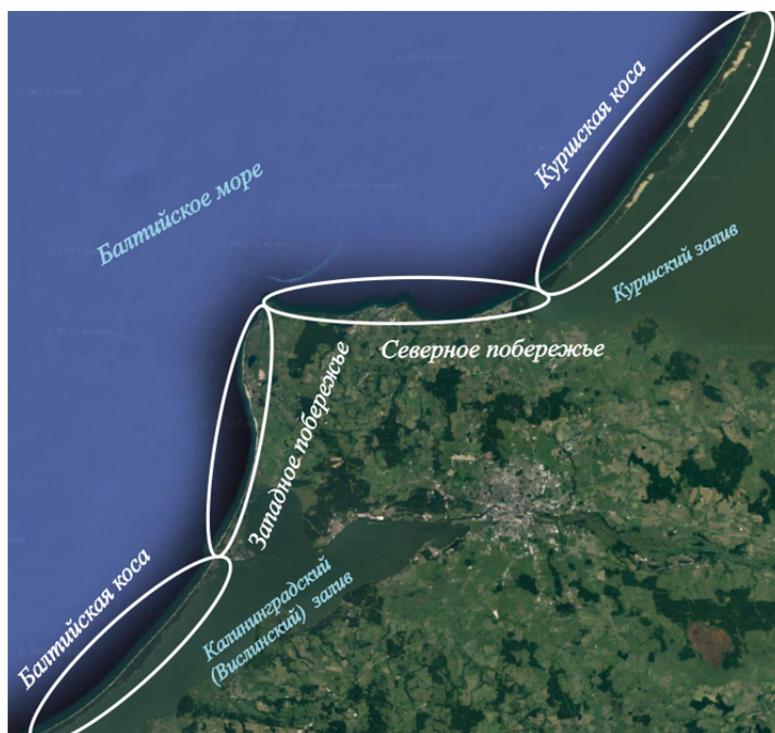


Рис. 1. Побережье Калининградской области

На следующем этапе было осуществлено разделение данных участков на равные секторы размером 3,5 км. Для получения именно такого значения длины секторов предварительно проведено исследование береговых зон Эстонии, Литвы, Латвии, России (Калининградская область), Польши и восточного побережья Германии (табл. 1). При делении побережья Калининградской области получилось 42 участка по 3,5 км и 1 участок длиной 0,7 км (рис. 2).

Таблица 1

Протяженность приморских населенных пунктов Юго-Восточной Балтики

Протяженность населенных пунктов, км	Эстония	Литва	Латвия	Калининградская область	Польша	Германия	Общее количество
До 1	7	—	—	1	4	1	13
1,1–2	7	1	—	8	6	3	25
2,1–3	11	—	1	3	11	2	28
3,1–4	6	2	2	3	13	1	24
4,1–5	4	1	2	2	11	1	21
5,1–6	5	1	2	—	3	1	12
6,1–7	2	—	—	—	3	1	5
Более 7	1	—	1	—	4	—	6

86



Рис. 2. Разделение на участки побережья Калининградской области

Для расчета индекса выбраны следующие переменные:

- природные (гранулометрический состав, ширина пляжа, изменение береговой линии, растительный покров, количество котловин выдувания / оползневых процессов);
- антропогенные (характер использования пляжной зоны, размер поселений, сезонность рекреационной нагрузки, категории земель, берегоукрепление и береговосстановление).



Мы использовали итальянский вариант методики [8], так как он учитывает природные и антропогенные параметры для оценки уязвимости.

За основу расчета индекса уязвимости береговой зоны была взята формула [8]

$$CVI = \sqrt{((a*b*c*d*e*...)/n)}, \quad (1)$$

где a, b, c, \dots – физические и антропогенные параметры, n – количество учитываемых параметров.

Рабочая формула для расчетов представляет собой переработку методики, измененной с учетом специфических параметров Калининградского региона:

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e \times f \times g \times h \times i \times k}{10}}. \quad (2)$$

Численные результаты расчета по индексу CVI представлены в таблице 2. Значение каждой переменной связывается с определенным уровнем уязвимости, который находится в диапазоне от 1 (что соответствует очень низкой уязвимости) до 5 (что соответствует очень высокой уязвимости). Ранжирование результатов индекса CVI показано в таблице 3. Общая картосхема по расчетам индекса CVI на Калининградском побережье приведена на рисунке 3, отдельный список по участкам представлен в таблице 4.

Таблица 2

Ранжирование переменных индекса CVI

Параметр	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
	1	2	3	4	5
Гранулометрический состав (a)	Валуны	Гравий	Галька	Галька и песок	Рыхлые песчаные породы, песок
Ширина пляжа, м (b)	Более 31	21 – 30	11 – 20	5 – 10	<5
Изменение береговой линии (c)	Проградация (аккумуляция)	Стабильность	Тенденция к стабильности	Тенденция к абразии	Абразия
Растительный покров (d)	Густая растительность (более 60 % от площади оцениваемого участка)	Средняя густота растительности на открытой территории (около 60 % площади оцениваемого участка)	Травы-песколотбы с очаговыми деревьями, кустарниками и кустарничками	Травы-песколотбы	Отсутствие или недостаточное количество растительности
Количество котловин выдувания / оползневых процессов на 500 м протяженности берега (e)	0	1 – 2	3 – 4	5 – 6	Более 7



Окончание табл. 2

Параметр	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
	1	2	3	4	5
Характер использования пляжной зоны (<i>f</i>)	Практически не используется	Используется для прохода	«Дикие пляжи»	Официальные пляжи	Туристическая зона
Размер поселений (<i>g</i>)	Отсутствие поселений	Поселки	Малые города (до 20 тыс. жителей)	Полусредние города (20–50 тыс. жителей)	Средние города (50–100 тыс. жителей)
Сезонность рекреационной нагрузки (<i>h</i>)	Рекреационная нагрузка практически отсутствует	Слабая сезонная выраженность (1–2 мес.)	Средняя сезонная выраженность (2–4 мес.)	Сильная сезонная выраженность (4–7 мес.)	Круглогодичная рекреационная нагрузка
Категории земель (<i>i</i>)	Земли ООПТ. Земли обороны и безопасности. Объекты культурного наследия	Земли лесного и водного фонда. Земли государственного запаса	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли под промышленностью (электроника, порт)	Земли населенных пунктов
Берегоукрепление и береговосстановление (<i>k</i>)	Есть		Нет		

Таблица 3

**Ранжирование результатов индекса CVI
(включая повышающие коэффициенты)**

Очень низкая (очень высокая сопротивляемость отдельно взятого участка побережья к воздействию внешних факторов)	< 14
Низкая (высокая сопротивляемость отдельно взятого участка побережья к воздействию внешних факторов)	14 – 43,9
Средняя (средняя сопротивляемость отдельно взятого участка побережья к воздействию внешних факторов)	44 – 81,9
Высокая* (низкая сопротивляемость отдельно взятого участка побережья к воздействию внешних факторов)	82 – 146,9
Очень высокая* (очень низкая сопротивляемость отдельно взятого участка побережья к воздействию внешних факторов)	> 146,9

Примечание: * при высокой и очень высокой степени уязвимости береговой зоны ее неспособность сопротивляться внешним факторам может привести к изменениям, которые будут нести разрушительный характер.

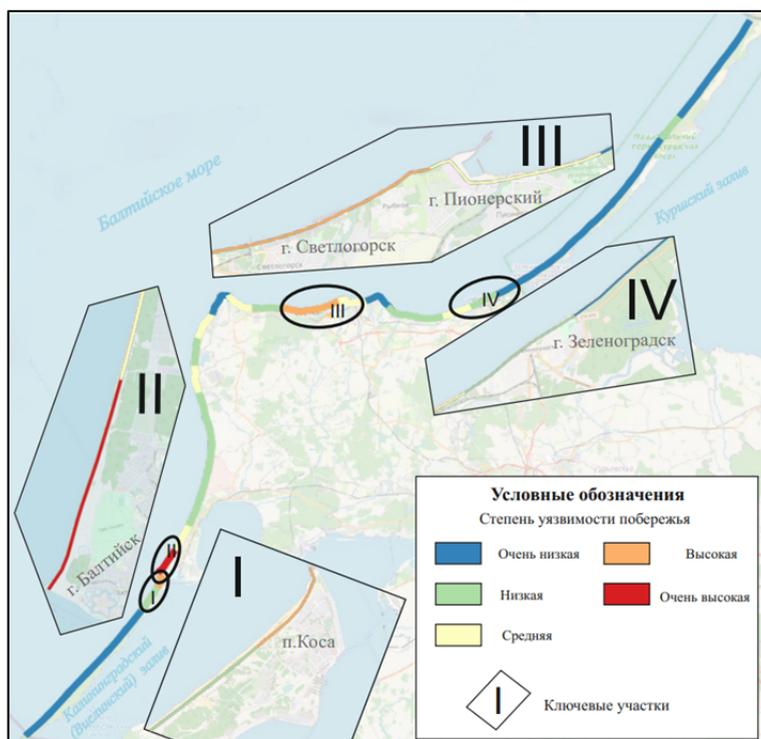


Рис. 3. Степень уязвимости (методом CVI) побережья Калининградской области

Таблица 4

Степень уязвимости (CVI) побережья Калининградской области

Степень уязвимости (доля)	Участок
Очень высокая (2,5%)	Западное побережье (г. Балтийск)
Высокая (6,6%)	Балтийская коса (территория пос. Коса). Северное побережье (г. Светлогорск, пос. Рыбное)
Средняя (14,9%)	Западное побережье (пос. Мечниково, Донское, пгт Янтарный). Северное побережье (пос. Филино, Сокольники, Малиновка, г. Пионерский)
Низкая (27%)	Балтийская коса (1,6–4,4 км косы). Западное побережье (участки от пос. Мечниково до пгт Янтарный, пос. Синявино). Северное побережье (пос. Приморье, Лесное, Куликово, г. Зеленоградск). Куршская коса (морская часть около пос. Рыбачий)
Очень низкая (49%)	Все остальные участки



Полученные результаты свидетельствуют о том, что большая часть прибрежной зоны Балтийского моря в пределах Калининградской области (76 % от общей протяженности побережья) характеризуется низкой степенью уязвимости. Остальные 24 % прибрежной зоны подвержены различным природным и антропогенным воздействиям, что приводит к отрицательным изменениям (сокращение ширины пляжевой зоны и снижение площадей, занятых растительным покровом). Вместе с тем в последние годы происходит рост урбанизации прибрежной зоны, что является важным антропогенным фактором. Тем не менее администрация области и организации по защите береговой линии активно работают над ее укреплением и восстановлением, а также восстанавливают морскую инфраструктуру для стабилизации ситуации в регионе.

Отметим участки, выделенные на рисунке 3: I – пос. Коса (Балтийская коса), II – г. Балтийск (западное побережье), III – г. Светлогорск и пос. Рыбное (северное побережье), IV – г. Зеленоградск (северное побережье). Особенно сильные изменения в будущем коснутся побережья по линии Янтарный – Балтийск, так как на этой территории предусмотрено развитие нового крупного курорта «Русская Балтика» [13], что в совокупности приведет к росту численности населения и количества рекреантов, который, в свою очередь, с учетом чувствительной морфологической характеристики данной зоны спровоцирует возможное ухудшение обстановки. Но ситуация может измениться благодаря проведению полного комплекса природоохранных мероприятий (берегоукрепительные работы, восстановление или создание морской туристической инфраструктуры). Следует отметить, что существующая старая берегозащитная инфраструктура требует реконструкции или полного обновления. В своем современном состоянии ее элементы не выполняют свои функции, а в некоторых ситуациях могут приводить к переходу рассматриваемых участков в категорию высокой степени уязвимости.

Участок на территории пос. Коса (участок I) характеризуется высокой уязвимостью. Это связано с популярностью территории в секторе так называемых диких пляжей до начала июня 2022 г., однако 15 июня 2022 г. был открыт официальный пляж (создана туристическая инфраструктура, проведены мероприятия по укреплению авантюны), что способствовало стабилизации ситуации на данном участке. Прибрежная территория имеет потенциал для развития туристической зоны, но необходимо проводить дальнейшие мероприятия по берегоукреплению: удлинение биг-бэгов (в планах правительства Калининградской области данный пункт уже есть), укрепление авантюны. Отметим, что вследствие сильных штормовых явлений в октябре 2023 г. произошло повреждение части биг-бэгов (рис. 4). Данный вид берегоукрепления имеет свои недостатки:

- ограниченная долговечность – мешки в основном изготовлены из полиэтилена, который подвержен воздействию солнечных лучей и других факторов окружающей среды. В результате они могут быстро разрушиться и потерять свою функциональность. Более того, поверхность биг-бэгов может быть повреждена острыми предметами, что также снижает их эффективность;

• ограниченная устойчивость к воде — полиэтилен не является водопоглощающим материалом, поэтому мешки могут заполниться водой и начать «плавать», что создает дополнительное отрицательное воздействие на береговую зону.



Рис. 4. Биг-бэги на территории пос. Коса со стороны моря: слева — 2 ноября 2023 г., справа — 16 августа 2023 г.

Источник: группа «ВКонтакте» г. Балтийска (https://vk.com/wall-48680386_173234).

Несмотря на эти недостатки, биг-бэги могут быть полезными в ряде ситуаций, особенно при мелкомасштабных проектах временного характера. Однако для долгосрочной и устойчивой защиты береговой полосы существуют более надежные и эффективные методы, такие как использование габионов или специальных сеток для растений.

Также необходимо упомянуть признанные туристические зоны Калининградской области: г. Светлогорск (участок III) и Зеленоградск (участок IV), которые находятся в относительно стабильной ситуации. Участок III характеризуется высоким (Светлогорск) и средним (г. Пионерский) индексами CVI. На него воздействуют как антропогенные факторы (строительство порта в Пионерском и реконструкция «старого» променада в Светлогорске), так и природные (ветро-волновая деятельность в зимний период с юго-западным направлением). Но стоит отметить, что на участке III проведены и продолжают вестись мероприятия «Балтбергозащиты» и компании «Геоизол», занимающейся стро-

ительством портовой инфраструктуры в Пионерском и реконструкцией берегозащитных сооружений в западной части Зеленоградского пляжа, по созданию пляжеудерживающих сооружений и восстановлению «старого» променада, который оказался в аварийном состоянии после шторма в начале января 2019 г. По плану работы должны завершиться в конце декабря 2024 г.

Участок IV выделяется низким уровнем уязвимости. На территории Зеленоградска до 2021 г. проходила реконструкция западного пляжа, также проведены берегоохранные мероприятия на корневом участке Куршской косы (рис. 5, объект сдан в декабре 2022 г. и представлен на ежегодной конференции национального парка «Куршская коса» 23 декабря 2022 г.), которые хорошо себя показали при штормовой активности в зимний период 2022 – 2023 гг.



Рис. 5. Берегоукрепление в корневой части Куршской косы (восточное побережье около г. Зеленоградска)

Источник: телеграм-канал губернатора Калининградской области Антона Алиханова (t.me/aa_alikhanov).

Подводя итоги, отметим целесообразность использования индекса CVI на Калининградском побережье. Данная методика позволяет в количественном эквиваленте относительно быстро оценить уязвимость береговой зоны для рационального управления ею. Для более детального исследования необходимо разработать и ввести специфические параметры и коэффициенты (повышающие и понижающие), которые будут приближены к рассматриваемому региону. Для Калининградской области это могут быть оборудованность пляжа для рекреацион-



ной деятельности, численность рекреантов (среднегодовое значение), берегоукрепительные работы, строительство на рассматриваемом участке и т. д.

Список литературы

1. Белов Н. С., Шаплыгина Т. В., Глеза И. А., Гриценко В. А. Полуэмпирические модели на тематических слоях общегеографической ГИС «Калининградская область» как инструментарий КУПЗ региона // Стратегическое планирование в регионах и городах России: Стратегии модернизации и модернизация стратегий. СПб., 2011. С. 150 – 155.
2. Горячкин Ю. Н., Косьян Р. Д., Крыленко В. В. Природно-хозяйственная оценка берегов западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 3. С. 41 – 55.
3. Ковалева О. А., Сергеев А. Ю., Рябчук Д. В. Определение индекса уязвимости береговой зоны восточной части Финского залива (Балтийское море) к абразионным процессам // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ. СПб., 2020. С. 521 – 523.
4. Методические рекомендации по оценке опасности подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации : утв. МЧС России 02.12.2021 г. № ДЗ-17-802-5172-ВЯ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Московкин В. М., Есин Н. В., Ковтун Е. А. Исследование устойчивости морских берегов методами теории катастроф // Океанология. 1989. Т. 24, № 1. С. 108 – 111.
6. Об утверждении правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища : приказ Росводресурсов от 02.06.2016 г. № 114. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Сукманова Т. В. Информационное освещение экологических проблем на примере национального парка «Куршская коса» // Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022. Тверь, 2022. С. 298 – 301.
8. Шаплыгина Т. В. Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов Куршской и Вислинской кос : дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2010.
9. De Serio F., Armenio E., Mossa M., Petrillo A. F. How to define priorities in coastal vulnerability assessment // Geosciences. 2018. № 8 (11). P. 415.
10. Gornitz V. Global coastal hazards from future sea level rise // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1991. № 89 (4). P. 379 – 398.
11. Rizzo A., Vandelli V., Buhagiar G., Micallef A. Coastal vulnerability assessment along the north-eastern sector of Gozo Island (Malta, Mediterranean Sea) // Water. 2020. № 12 (5). P. 1405.
12. Ružić I., Dugonjić Jovančević S., Benac Č. Assessment of the Coastal Vulnerability Index in an area of complex geological conditions on the Krk Island, Northeast Adriatic Sea // Geosciences. 2019. № 9 (5). P. 219.
13. Проект строительства курорта в Янтарном представлен на президиуме правкомиссии по туризму // Пресс-центр Правительства Калининградской области. URL: <https://www.gov39.ru/press/334411/> (дата обращения: 12.07.2023).

Об авторах

Татьяна Викторовна Сукманова – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: tanja.sukmanova@yandex.ru



Никита Сергеевич Баранов – студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: edu.nikitabaranov@yandex.ru

Анна Валерьевна Стрекаль – студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: anna.strekal@bk.ru

T. V. Sukmanova, N. S. Baranov, A. V. Strekal

**VULNERABILITY ASSESSMENT OF COASTAL SYSTEMS
IN THE KALININGRAD REGION
USING THE COAST VULNERABILITY INDEX (CVI)**

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 10 October 2023

Accepted 20 November 2023

doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6

94

To cite this article: Sukmanova T.V., Baranov N.S., Strekal A.V., 2023, Vulnerability assessment of coastal systems in the Kaliningrad region using the coast vulnerability index (CVI), *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 81 – 94. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-6.

The Kaliningrad region is a unique constituent entity of the Russian Federation. In recent years, due to the global political and epidemiological situation, the recreational attractiveness of the Kaliningrad region has significantly increased, thereby placing greater pressure on the coastal zone. However, there is a lack of research dedicated to assessing the vulnerability of the coastal area. The practical significance of this study lies in the potential for further utilization of its results to evaluate and analyze the vulnerability of the coastline of the Kaliningrad region and make decisions on implementing a series of measures to protect and preserve the coastal zone. For the study, the Coastal Vulnerability Index (CVI) methodology was selected, which is considered the most versatile compared to others but requires specific parameters for the studied object/territory. The research goal is to assess the vulnerability of the coastal zone on the Kaliningrad Oblast coastline. The CVI method represents a classic scoring system that allows identifying key areas and suggesting a series of measures to prevent the deterioration of the coastal condition.

Keywords: vulnerability of the coastal zone, stability of the coastal zone, CVI, coast of the Kaliningrad region

The authors

Tatiana V. Sukmanova, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: tanja.sukmanova@yandex.ru

Nikita S. Baranov, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: edu.nikitabaranov@yandex.ru

Anna V. Strekal, Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: anna.strekal@bk.ru