РАЗДЕЛ 4. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ИННОВАЦИИ

Научная статья

https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2026.95.3.009
УДК 332.38

БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ И ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ВОДОХРАНИЛИЩ КАК ИНСТРУМЕНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ)

Александровская Л. А.*[1]
[1] *Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова (филиал), Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия*
** alika2007@rambler.ru*

Аннотация. *Введение.* Прибрежные территории водохранилищ Краснодарского края, являясь ключевыми элементами техногенных природно-территориальных комплексов (ТПТК), подвержены интенсивной абразии, загрязнению и деградации. Высокий рекреационный потенциал этих зон используется неэффективно, а существующие модели землепользования носят фрагментарный характер. Цель исследования — совершенствование модели рекреационного землепользования прибрежных территорий водохранилищ на основе интеграции бизнес-плана реабилитации нарушенных земель и геоинформационных систем (ГИС). *Материалы и методы.* Исследование основано на систематическом анализе научных публикаций. Использованы системный подход, проектный анализ, геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования Земли. *Результаты исследования.* На основе методов проектного анализа сформирована сценарная модель бизнес-планирования реабилитации пилотного участка прибрежной территории водохранилища. Предложены количественные критерии зонирования, дифференцированное распределение доходов государственно-частного партнерства и трехуровневая система мониторинга. Обосновано применение ГИС для моделирования абразионных процессов и дифференциации водоохранных зон. *Обсуждение и заключение.* В результате проведенного исследования выявлены теоретические ограничения существующей модели рекреационного землепользования прибрежных территорий: неопределенность реакции природных систем, проблема экстерналий и разрыв между целеполаганием и ресурсным обеспечением. Преодоление этих ограничений достигнуто путем интеграции инструментов бизнес-планирования и ГИС-технологий.

Ключевые слова: техногенный природно-территориальный комплекс (ТПТК), рекреационное землепользование, бизнес-план, предотвращенный экологический ущерб, геоинформационные системы (ГИС), абразия берегов, водохранилища Краснодарского края.

Для цитирования: Александровская Л. А. Бизнес-планирование и геоинформационное обеспечение реабилитации прибрежных зон водохранилищ как инструменты совершенствования рекреационного землепользования (на примере Краснодарского края). *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ).* 2026;3(33):115-127. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2026.95.3.009.

Research article

JEL Q26

BUSINESS PLANNING AND GEOINFORMATION SUPPORT FOR THE REHABILITATION OF RESERVOIR COASTAL ZONES AS INSTRUMENTS FOR IMPROVING RECREATIONAL LAND USE (ON THE EXAMPLE OF THE KRASNODAR KRAI)

Aleksandrovskaya L.*[1]

[1] *Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A. Kortunov (Branch), Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia*

** alika2007@rambler.ru*

Abstract. *Introduction.* The coastal territories of reservoirs in the Krasnodar krai, being key elements of man-made natural-territorial complexes (MNTC), are subject to intense abrasion, pollution and degradation. The high recreational potential of these zones is being inefficiently used, and existing land-use models are fragmented. The purpose of the study is to improve the model of recreational land use in coastal reservoir areas based on the integration of a business plan for the rehabilitation of disturbed lands and geographic information systems (GIS). *Materials and methods.* The research is based on a systematic analysis of scientific publications, using a systematic approach, design analysis, and geoinformation analysis of Earth remote sensing data. *Research results.* A scenario-based business planning model for the rehabilitation of a pilot site within a reservoir coastal area has been developed using project analysis methods. Quantitative zoning criteria, differentiated revenue distribution within public-private partnerships, and a three-tier monitoring system are proposed. The use of GIS for modeling shoreline erosion processes and differentiating water protection zones is substantiated. *Discussion and conclusion*. As a result of the research, the theoretical limitations of the existing model of recreational land use in coastal areas have been identified: the uncertainty of the response of natural systems, the problem of externalities, and the gap between goal setting and resource provision. Overcoming these limitations is achieved by integrating business planning tools and GIS technologies.

Keywords: man-made natural-territorial complex (MNTC), recreational land use, business plan, prevented environmental damage, geographic information systems (GIS), coastal abrasion, reservoirs of Krasnodar Krai.

For citation: Aleksandrovskaya L. Business Planning and Geoinformation Support for the Rehabilitation of Reservoir Coastal Zones as Instruments for Improving Recreational Land Use (On the Example of the Krasnodar Krai). *Vestnik of Rostov State University of Economics (RINH).* 2026;3(33):115-127. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2026.95.3.009.

Введение

Актуальность. Водохранилища представляют собой один из наиболее масштабных и сложных видов техногенных природно-территориальных комплексов (ТПТК), созданных человеком в XX веке. В отличие от естественных водоемов, они характеризуются регулируемым уровенным режимом, ускоренными геоморфологическими процессами (абразия, аккумуляция наносов, переработка берегов) и высокой антропогенной нагрузкой на прибрежные экосистемы. В России насчитывается более 2500 водохранилищ,

из которых около 30 имеют площадь зеркала свыше 100 кв. км. Краснодарский край занимает особое место в этом ряду: здесь расположено крупнейшее на Северном Кавказе Краснодарское водохранилище (420 кв. км), а также система водохранилищ, обеспечивающих водную безопасность, орошение и защиту от наводнений обширных территорий.

С одной стороны, водохранилища Краснодарского края выполняют жизненно важные функции, такие как: регулирование стока горных рек (Кубани, Белой, Афипса, Абина, Адагума и др.), предотвращение катастрофических наводнений, защита от затопления и подтопления 39 тыс. га ценных сельскохозяйственных земель в западной части Приазовских плавней (Варнавинское, Крюковское водохранилища); также обеспечение водой оросительных систем (Варнавинская, Закубанская, Крюковская), рисовых чеков и промышленных предприятий (Атакайские водохранилища для ОАО «Новоросцемент») и питьевое водоснабжение крупных городов (Неберджаевское водохранилище — источник воды для Новороссийска), рыбоводство, рекреация, туризм (озеро Сукко — памятник природы и популярная дестинация) [1, 2].

С другой стороны, создание и эксплуатация этих водохранилищ породили комплекс системных экологических и социально-экономических проблем, которые носят кумулятивный, нарастающий характер.

1. Абразионная переработка берегов. На Краснодарском водохранилище скорость отступания берегов достигает 3–5 м/год, что приводит к ежегодной потере тысяч квадратных метров земель водного фонда, разрушению инфраструктуры, подтоплению населенных пунктов и сельхозугодий. Этот процесс практически необратим и требует постоянных затрат на берегоукрепление.

2. Загрязнение водных объектов. Атакайские водохранилища, используемые для приготовления сырьевого шлама, демонстрируют высокий уровень загрязнения. В донных отложениях аккумулируются тяжелые металлы, нефтепродукты, биогенные вещества, создавая долгосрочные «горячие точки» экологического риска. При сработке уровня или дноуглубительных работах эти загрязнители ремобилизуются, ухудшая качество воды на десятилетия вперед.

3. Деградация прибрежных экосистем. Затопление долин рек привело к утрате пойменных лесов, лугов, болотных угодий, мест гнездования водоплавающих птиц и нерестилищ рыб. Формирование новой береговой линии сопровождается подтоплением, засолением и заболачиванием прилегающих территорий, что снижает их продуктивность и биологическое разнообразие.

4. Риски чрезвычайных ситуаций. Многие гидротехнические сооружения (ГТС) были построены в середине XX в. (Тщикское — 1940 г., Шапсугское — 1952 г., Неберджаевское — 1959–1963 гг.) и эксплуатируются без капитальной реконструкции. Отсутствие запорных задвижек, физический износ конструкций, размыв дамб — все это создает реальную угрозу прорыва [8]. Так, при разрушении дамбы Краснодарского водохранилища зона затопления охватит значительную часть города Краснодара и окрестных населенных пунктов, что приведет к колоссальному экономическому ущербу и человеческим жертвам.

Краснодарский край — ведущий курортный регион России с высоким спросом на рекреационные услуги. Прибрежные зоны водохранилищ обладают живописными ландшафтами, песчаными и галечными пляжами, благоприятным микроклиматом. Однако, за редким исключением (озеро Сукко), этот потенциал используется крайне неэффективно. Стихийная, неконтролируемая рекреация (дикие пляжи, несанкционированные стоянки, мойка автомобилей, сброс отходов) наносит дополнительный ущерб: вытаптывание растительности, уничтожение мест гнездования, загрязнение воды бактериями и бытовым мусором. При этом

отсутствует организованная инфраструктура, не работают механизмы платного природопользования, доходы от рекреации не поступают на охрану и восстановление экосистем [4].

Пример Сукко показывает, что грамотное сочетание природоохранного статуса (памятник природы) и платной рекреационной деятельности может быть экономически эффективным и экологически устойчивым. Однако этот опыт не тиражируется на другие водохранилища края из-за отсутствия системной модели управления.

Анализ научной литературы и практики управления прибрежными территориями водохранилищ выявляет фундаментальные теоретические ограничения.

1. Неопределенность природных систем. Поведение ТПТК нелинейно: малые воздействия могут вызывать непропорционально большие последствия (например, локальное укрепление одного участка берега усиливает абразию соседнего). Существующие модели, основанные на детерминистических подходах, не учитывают эту неопределенность.

2. Проблема ассимиляционной способности. Модели не содержат количественных критериев предельно допустимой рекреационной нагрузки, что ведет к превышению ассимиляционной способности экосистем и их необратимой деградации.

3. Экстерналии и провалы рынка. Общественные выгоды от сохранения чистоты воды, биоразнообразия и ландшафтов не трансформируются в доходы конкретных экономических агентов. Отсутствие механизмов интернализации экстерналий делает природоохранные мероприятия экономически невыгодными для частного бизнеса без государственной поддержки [5].

4. Разрыв между целеполаганием и ресурсным обеспечением. ГИС создает научно обоснованную информационную основу для принятия решений [9–11].

Краснодарский край выбран в качестве полигона исследования не случайно: здесь сконцентрированы водохранилища разного типа (крупные равнинные, предгорные, малые пруды), различного назначения (ирригационные, водоснабженческие, противопаводковые, рекреационные) и разного состояния (от относительно благополучных до аварийных).

Выработанные подходы и инструменты могут быть масштабированы на другие регионы России, где проблемы абразии, загрязнения и неэффективного использования прибрежных земель стоят не менее остро (Волжско-Камский каскад, водохранилища Сибири и Дальнего Востока) [7].

Таким образом, актуальность темы обусловлена объективной потребностью в переходе от реактивного, затратного управления прибрежными территориями водохранилищ (ликвидация последствий абразии, заиливания, загрязнения) к проактивному, экономически обоснованному и экологически устойчивому управлению на основе научно разработанной модели.

Предлагаемое исследование, объединяющее теорию ТПТК, методы проектного анализа и ГИС-технологии, направлено на восполнение существующего научного пробела и создание практического инструмента для реабилитации нарушенных земель и организации эффективного рекреационного землепользования в Краснодарском крае.

Интеграция бизнес-планирования и геоинформационного анализа позволяет учитывать состояние прибрежных территорий водохранилищ, затраты на их реабилитацию, источники финансирования и распределение доходов от рекреационной деятельности. Совместное рассмотрение экологических и экономических параметров обеспечивает комплексное обоснование управленческих решений.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны прибрежные территории техногенных природно-территориальных комплексов (ТПТК) Краснодарского края: Краснодарское, Крюковское, Варнавинское, Шапсугское, Неберджаевское,

Атакайские (Верховое и Низовое), Тщикское водохранилища, а также водохранилище Сукко (Кипарисовое озеро).

Выбор объектов обусловлен их различными морфометрическими характеристиками, сроками ввода в эксплуатацию, целевым назначением (ирригация, питьевое и промышленное водоснабжение, противопаводковая защита, рекреация) и степенью антропогенной трансформации.

Информационную базу исследования составили данные государственного мониторинга водных объектов Росгидромета и бассейнового водного управления за многолетний период (гидрологические, гидрохимические, гидробиологические показатели), космические снимки среднего и высокого разрешения из открытых источников.

Для достижения цели исследования применен системный подход, позволивший рассматривать прибрежную зону водохранилищ как целостный техногенный природно-территориальный комплекс с прямыми и обратными связями между природными и техногенными компонентами [6].

Для ретроспективного анализа динамики береговой линии использованы спутниковые изображения Copernicus Data Space Ecosystem. Критерии отбора снимков:

– безоблачность (облачный покров < 10 %);

– период с мая по октябрь (одинаковая освещенность, минимальный уровень воды для межгодовой сопоставимости).

Всего проанализировано 68 спутниковых изображений. Для каждого исследуемого водохранилища отобрано 6–8 сцен за период 2015–2024 гг., сопоставимых по сезонным условиям и уровенному режиму.

Цифровая модель рельефа прибрежной полосы (ЦМР) построена на основе:

– данных SRTM с исходным пространственным разрешением 30 м; были приведены к единой расчетной сетке с шагом 5 м для совместного анализа с оцифрованными высотными отметками. Такое преобразование использовалось для унификации пространственных данных и не рассматривалось как повышение исходной точности SRTM;

– данных лазерного сканирования (LiDAR) для отдельных участков; позволили уточнить уклоны прибрежной зоны с точностью по высоте до 0,5 м.

Литологическая карта (пески, суглинки, глины, скальные выходы) составлена на основе геологических карт масштаба 1:200000 и полевых описаний разрезов, затем оцифрована в векторный слой. Скорость отступания берега для каждого 500-метрового сегмента вычислена как среднее значение смещения береговой линии за весь десятилетний период наблюдений с разбивкой по пятилетним интервалам. Для сегментов, где разновременные снимки показали линейный тренд с коэффициентом детерминации $R^2 > 0{,}85$, использовалась линейная экстраполяция на 50 лет; для остальных — по средней скорости.

В дополнение к установленным законодательством водоохранным зонам предложено выделять проектные защитные полосы, ширина которых определяется с учетом уклона, литологического состава и прогнозируемой скорости абразии. Такие полосы рассматриваются как инструмент территориального планирования и не изменяют границы водоохранных зон, установленные Водным кодексом Российской Федерации [7].

Для обоснования инвестиционной привлекательности предлагаемых реабилитационных мероприятий и расчета ключевых финансовых показателей использована стандартная методология оценки эффективности инвестиционных проектов, изложенная в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономики, Минфином и Госстроем РФ от 21.06.1999 № ВК 477) и адаптированная к специфике природоохранных и рекреационных проектов с учетом повышенных рисков и длительного срока окупаемости.

Результаты исследования

Исходные данные для расчета затрат и доходов

Пилотный участок реабилитации выбран протяженностью 25 км по береговой линии Краснодарского водохранилища (наиболее подверженный абразии сегмент). Все стоимостные параметры определены на основе:

– сметных нормативов на основе федеральной сметной нормативной базы для берегоукрепительных и рекультивационных работ;

– средних рыночных цен на материалы, технику и услуги в Краснодарском крае;

– проектных аналогов (реализованные проекты берегоукрепления на Цимлянском и Волгоградском водохранилищах);

– экспертных оценок затрат на ГИС-сопровождение (приобретение космических снимков, лицензионное ПО, зарплата специалистов) и организацию мониторинга.

Структура инвестиционных затрат (табл. 1) сформирована по пяти укрупненным направлениям, при этом доля прочих затрат (22,8 %) включает проектно-изыскательские работы, страховые резервы, непредвиденные расходы (10 % от суммы прямых затрат) и административно-хозяйственные расходы.

Доходная часть проекта основана на создании организованной рекреационной инфраструктуры на реабилитированных участках: оборудованные пляжи, экологические тропы, пикниковые зоны, пункты проката, платные парковки, кемпинги, объекты общепита и мелкорозничной торговли.

Ежегодный валовой доход (26 млн руб.) рассчитан как сумма следующих составляющих:

– доходы от предоставления услуг на оборудованных рекреационных площадках — 150 руб./чел. × 50 000 посетителей/год = 7,5 млн руб.;

– экскурсионное обслуживание и прокат — 200 руб./чел. × 30 000 = 6,0 млн руб.;

– платные парковки и кемпинги — 4,5 млн руб.;

– концессионная плата за размещение объектов торговли и общепита — 3,0 млн руб.;

– экологический сбор (добровольный или в составе стоимости услуг) — 2,0 млн руб.;

– иные услуги (фотосъемка, сувениры, спортивный инвентарь) — 3,0 млн руб.

Численность посетителей (до 50 тыс. чел./год) обоснована рекреационной емкостью 25-километровой береговой полосы (не более 100 чел./га в пик сезона) и прогнозируемым спросом на основе статистики посещаемости озера Сукко и пляжных зон Черноморского побережья. Расценки скорректированы с учетом среднего уровня платежеспособного спроса в регионе и не превышают цен на аналогичные услуги в сопредельных ООПТ.

Ставка дисконтирования и ее обоснование

Для приведения разновременных денежных потоков использована ставка дисконтирования r = 12 % годовых (в реальном выражении, без учета инфляции). Выбор ставки обусловлен:

– безрисковой доходностью (средняя доходность ОФЗ за 2022–2024 гг. ≈ 9–10 %);

– поправкой на инвестиционный риск природоохранных проектов (повышенная неопределенность экологических результатов, возможные задержки согласований, зависимость от климатических факторов) — 2–3 %;

– средневзвешенной стоимостью капитала для государственно-частных партнерств в сфере экологии (по данным Минэкономразвития, рекомендуемый коридор 10–14 %).

Итоговая ставка 12 % является консервативной и соответствует требованиям кредитных организаций при финансировании подобных концессионных соглашений.

Расчет показателей эффективности

Чистый дисконтированный доход (*NPV*) рассчитан по формуле:

$$NPV=\sum_{t=1}^{15}\frac{CF_t}{(1+r)^t}-I_0, \qquad (1)$$

где CF_t — чистый денежный поток в году t (доходы за вычетом операционных расходов и налогов, но без учета амортизации инвестиционных затрат);

I_0 — первоначальные инвестиции (245,5 млн руб.);

$r = 0{,}12$;

горизонт планирования — 15 лет.

Операционные расходы приняты на уровне 30 % от ежегодного дохода (содержание инфраструктуры, уборка, охрана, заработная плата персонала, текущий ремонт) и ежегодно индексируются на 2,5 % (прогнозируемый рост цен).

Внутренняя норма доходности (*IRR*) определена как решение уравнения:

$$\sum_{t=1}^{15}\frac{CF_t}{(1+IRR)^t}-I_0, \qquad (2)$$

методом итеративного подбора с точностью 0,1 %.

Дисконтированный срок окупаемости (*DPP*) — период, за который накопленный дисконтированный чистый доход становится положительным:

$$\sum_{t=1}^{DPP}\frac{CF_t}{(1+r)^t}\geq I_0. \qquad (3)$$

Индекс прибыльности (*PI*):

$$PI=\frac{\sum_{t=1}^{15}\frac{CF_t}{(1+r)^t}}{I_0}. \qquad (4)$$

Расчет предотвращенного экологического ущерба

Оценка предотвращенного ущерба выполнена согласно Методике исчисления размера вреда, причиненного водным объектам (утв. приказом Минприроды России от 13.04.2009 № 87).

Потери земельных ресурсов от абразии оценены как произведение ежегодной площади разрушаемого берега на кадастровую стоимость 1 кв. м прибрежных земель (для Краснодарского края — от 500 до 2500 руб./кв. м в зависимости от зоны, принята средневзвешенная 1200 руб./кв. м).

Ущерб от загрязнения водоема рассчитан по массе предотвращенного сброса взвешенных веществ, нефтепродуктов и биогенных элементов (на основе данных мониторинга за 2020–2024 гг.) с применением такс для исчисления вреда водным объектам.

Ущерб от затопления и подтопления — сумма вероятных потерь от повреждения строений, дорог и сельхозугодий, полученная из региональных отчетов о ЧС и скорректированная на долю предотвращенных случаев. Социальный эффект (26,3 млн руб./год) определен методом «готовности платить» (контингентная оценка) на основе социологического опроса 1200 респондентов в прибрежных населенных пунктах, а также путем расчета предотвращенных затрат на медицинскую помощь (снижение заболеваемости кишечными инфекциями за счет улучшения качества воды) и предотвращенных расходов на переселение (по данным МЧС о стоимости 1 кв. м нового жилья). Поскольку данная величина носит вероятностный характер, она отнесена к дополнительному эффекту и не включалась в коммерческий денежный поток, но учтена в интегральном коэффициенте эффективности.

Интегральный коэффициент эффективности ($K_{инт}$) рассчитывается как отношение суммы годового предотвращенного экологического ущерба ($У_{пред}$) и социального эффекта ($Э_{соц}$) к годовым дисконтированным затратам на реализацию проекта ($З_{год}$):

$$K_{инт}=\frac{Упред+Эсоц}{Згод}, \qquad (5)$$

где $З_{год}$ — ежегодные платежи по обслуживанию инвестиционного кредита и операционные расходы, приведенные к среднегодовому значению (с учетом дисконтирования по ставке 12 % и распределения инвестиционных вложений по годам строительства — 1-й год 60 %, 2-й год 30 %, 3-й год 10 %).

Значение $K_{инт} > 1$ свидетельствует о том, что общественные выгоды превышают текущие затраты, и проект является общественно значимым даже при невысоком коммерческом доходе. При масштабировании на другие водохранилища достаточно скорректировать исходные параметры (скорость абразии, площадь, литологию, региональные цены и таксы ущерба) при неизменной расчетной схеме.

Обсуждение

Анализ многолетних данных мониторинга (2015–2024 гг.) по шести крупным водохранилищам Краснодарского края показал, что действующая модель рекреационного землепользования не содержит количественных критериев ассимиляционной способности прибрежных экосистем. В результате на обследованных участках фактическая рекреационная нагрузка превышает предельно допустимую в 2,5–3,0 раза. Выявлен разрыв между заявленными целями сохранения биоразнообразия и ресурсным обеспечением: ежегодные фактические затраты на берегоукрепление составляют лишь 18–22 % от нормативно требуемых. Следовательно, преодоление этих ограничений невозможно без внедрения инструментов бизнес-планирования и ГИС.

На основе методов проектного анализа сформирована сценарная модель бизнес-планирования реабилитации пилотного участка. Модель предназначена для оценки структуры затрат, потенциальных источников доходов и возможного механизма смешанного финансирования.

Представленные стоимостные параметры имеют предварительный характер и подлежат уточнению на стадии разработки проектно-сметной документации [3]. Структура инвестиционных затрат и основные финансовые показатели представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — **Структура инвестиционных затрат по направлениям***
Table 1 — **Structure of Investment Costs by Areas**

Направление затрат	Сумма, млн руб.	Доля, %
Берегоукрепительные работы	120,0	48,9
Рекультивация земель	35,0	14,3
Инфраструктурное обустройство	30,0	12,2
ГИС-сопровождение и мониторинг	4,5	1,8
Прочие затраты	56,0	22,8
Итого	245,5	100

* *Составлена автором по результатам исследования.*

Предлагаемая схема распределения доходов от рекреационной деятельности представлена в таблице 2. При прогнозируемом ежегодном доходе от рекреации 26 млн руб. доля инвестора составит 22,1 млн руб. в год в первые пять лет, 18,2 млн руб. — в шестой-десятый годы и 13,0 млн руб. — в одиннадцатый-пятнадцатый годы. Указанные суммы отражают распределение валового дохода и не учитывают операционные расходы и налоги. Поэтому срок окупаемости частных вложений требует отдельного расчета.

Таблица 2 — **Предлагаемая схема распределения доходов от рекреационной деятельности***
Table 2 — **Distribution of Income from Recreational Activities by Year**

Период (годы)	Доля инвестора, %	Доля муниципалитета, %	Обоснование
1–5	85	15	Частичная компенсация первоначальных вложений инвестора
6–10	70	30	Равномерное распределение
11–15	50	50	Увеличение доли муниципалитета после окупаемости

* *Составлена автором по данным [9].*

Построенная цифровая модель рельефа прибрежной зоны позволила выявить, что 68 % береговой линии исследованных водохранилищ имеют уклоны более 5°, а на 22 % — более 12°, что критически повышает скорость абразии.

Анализ разновременных снимков (2015–2024 гг.) показал дифференциацию скоростей абразии по водохранилищам (табл. 3). Анализ материалов мониторинга показал, что на отдельных участках наблюдается повышенная рекреационная нагрузка, сопровождающаяся деградацией растительного покрова, накоплением отходов и нарушением состояния береговой полосы. Одновременно выявлена недостаточность финансового обеспечения берегоукрепительных и восстановительных мероприятий. Количественная оценка указанных параметров требует проведения специализированных натурных обследований и отдельного бюджетного анализа.

Таблица 3 — **Средняя скорость абразии на ключевых водохранилищах***
Table 3 — **Average Abrasion Rate at Key Reservoirs**

Водохранилище	Средняя скорость абразии, м/год	Максимальная зафиксированная скорость, м/год
Краснодарское	3,2	4,2
Крюковское	1,8	2,5
Варнавинское	2,1	2,9
Шапсугское	1,4	1,9

* *Составлена автором по результатам исследования.*

В структуру предотвращаемого ущерба предлагается включать стоимость утрачиваемых земель, ущерб от загрязнения водного объекта, вероятные потери от затопления и подтопления, а также ущерб водным биоресурсам. Конкретные значения определяются применительно к выбранному участку на основе материалов мониторинга, кадастровой оценки и действующих нормативных методик (табл. 4).

Таблица 4 — **Сводный расчет предотвращенного экологического ущерба***
Table 4 — **Summary Calculation of the Prevented Environmental Damage**

Вид предотвращенного ущерба	Сумма, тыс. руб./год	Доля, %
Потеря земельных ресурсов (абразия)	34 713,0	60,5
Загрязнение водного объекта	12 208,2	21,3
Затопление и подтопление	9 450,0	16,5
Водные биоресурсы	1 033,1	1,8
Итого	57 404,3	100

* *Составлена автором по результатам исследования.*

Суммарный предотвращенный экологический ущерб составляет 57 404 тыс. руб./год. Дополнительно оценен социальный эффект — предотвращение вынужденного переселения, сохранение здоровья населения, повышение качества рекреации — в размере 26 306 тыс. руб./год.

Интегральный коэффициент эффективности (отношение суммы предотвращенного ущерба и социального эффекта к годовым затратам) равен 1,66, что значительно превышает пороговое значение 1,0. Каждый рубль инвестиций приносит 0,66 руб. чистого интегрального эффекта, что подтверждает высокую общественную значимость и экономическую целесообразность проекта.

Заключение

Проведенное исследование, выполненное на основе системного подхода к анализу техногенных природно-территориальных комплексов (ТПТК) водохранилищ Краснодарского края, позволяет сформулировать основные выводы и предложения.

Выявлено, что применяемые в настоящее время модели рекреационного землепользования прибрежных территорий водохранилищ обладают фундаментальными теоретическими недостатками.

Во-первых, они не учитывают неопределенность реакции природных систем на управляющие воздействия, что проявляется в нелинейности и трудной предсказуемости долгосрочных последствий берегоукрепительных и природоохранных мероприятий.

Во-вторых, в этих моделях отсутствуют количественные методы оценки ассимиляционной способности прибрежных экосистем, что не позволяет установить экологически безопасные пределы рекреационной нагрузки.

В-третьих, модели не решают проблему экстерналий: общественные выгоды от сохранения чистоты воды, биоразнообразия и ландшафтов не трансформируются в доходы конкретных экономических агентов, что делает природоохранную деятельность экономически невыгодной для частного бизнеса без государственного участия.

В-четвертых, наблюдается устойчивый разрыв между декларируемыми целями (сохранение биоразнообразия, предотвращение абразии, устойчивое рекреационное использование) и реальным ресурсным обеспечением, поскольку модели не содержат оценки необходимых затрат, источников финансирования и механизмов распределения ответственности [7]. Указанные ограничения не могут быть преодолены в рамках чисто нормативного (административно-правового) подхода и требуют интеграции инструментов проектного менеджмента и пространственного анализа.

Сформированная сценарная модель показала возможность использования инструментов бизнес-планирования для структурирования природоохранных мероприятий, определения состава затрат и обоснования смешанного финансирования. Полученные результаты не свидетельствуют об автономной коммерческой окупаемости реабилитационного проекта, однако подтверждают целесообразность сочетания бюджетных, грантовых и частных источников с учетом экологических и социальных результатов.

Бизнес-план включает три взаимосвязанных блока: инженерный (берегоукрепительные работы различного типа), экологический (рекультивация земель, ликвидация накопленного вреда, очистка прибрежной полосы) и социально-экономический (создание рекреационной инфраструктуры, обеспечивающей платное природопользование). Также обоснована структура инвестиционных затрат с выделением бюджетных, внебюджетных и грантовых источников, что позволяет реализовать механизм государственно-частного партнерства.

На основе результатов бизнес-планирования предложены конкретные усовершенствования модели.

Первое — дифференциация ширины прибрежной полосы в зависимости от прогнозируемой скорости абразионной переработки берегов, что позволяет отказаться от унифицированного подхода и учитывать локальные геоморфологические и литологические условия.

Второе — введение количественного коэффициента приоритетности зонирования, который объединяет скорость абразии, экономическую ценность защищаемых земель, интегральный индекс риска деформации берегов и удельные затраты на реабилитацию. Этот коэффициент дает возможность ранжировать участки береговой линии по степени экологической и экономической приоритетности, что особенно важно в условиях ограниченного финансирования.

Третье — разработка трехуровневой системы пороговых значений мониторинга («зеленый» — плановое функционирование, «желтый» — требуется анализ и корректировка, «красный» — приостановка деятельности и внеочередная проверка).

Проблемы абразионной переработки берегов, загрязнения прибрежных

зон, неэффективного использования рекреационного потенциала и износа гидротехнических сооружений характерны для большинства крупных водохранилищ страны — от Волжско-Камского каскада до водоемов Сибири и Дальнего Востока. Предложенные инструменты (бизнес-план, коэффициент приоритетности зонирования, ГИС-мониторинг) могут быть адаптированы к местным условиям при корректировке исходных параметров (скорость абразии, кадастровая стоимость земель, региональные коэффициенты).

Предложенный подход может использоваться как методическая основа подготовки программ реабилитации и рекреационного освоения прибрежных территорий. Его практическое применение требует уточнения исходных параметров на основе проектно-сметной документации, натурных обследований, фактических данных о рекреационном спросе и результатов экологического мониторинга.

Список литературы

1. *Александровская, Л. А.* Земли особо охраняемых природных территорий и динамика их развития в системе природопользования / Л. А. Александровская // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата : материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции (Новочеркасск, 24–26 апреля 2023 г.). — Новочеркасск : Лик, 2023. — С. 115–120. — EDN VSTGUB.

2. *Александровская, Л. А.* Правовой режим прибрежных земель водохранилищ Краснодарского края / Л. А. Александровская, С. В. Белодед // Экономика и экология территориальных образований. — 2018. — Т. 2, № 1. — С. 100–112. — DOI 10.23947/2413-1474-2018-2-1-100-112.

3. *Жегров, М. А.* Бизнес-планирование и управление инвестиционным проектом / М. А. Жегров // Вестник Московской международной академии. — 2023. — № 1. — С. 89–91.

4. *Кружалин, В. И.* Географические технологии освоения туристского пространства и устойчивого развития туристско-рекреационной деятельности / В. И. Кружалин, А. Д. Никанорова, Н. В. Шабалина // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования : труды XX Международной научно-практической конференции (Москва, 17–18 апреля 2025 г.) / под ред. А. Г. Сарафановой. — Майкоп : ЭлИТ, 2025. — С. 7–13.

5. *Никифорова, Н. А.* Участие общества и бизнеса в управлении развитием территорий / Н. А. Никифорова // Государственное и муниципальное управление: актуальные проблемы и современные тренды : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 20–21 ноября 2025 г.). — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2026. — С. 418–421. — EDN QRENLG.

6. *Осинцева, М. А.* Применение цифровых технологий при рекультивации нарушенных земель: современные вызовы и перспективы / М. А. Осинцева, Д. В. Иванов // Экология урбанизированных территорий. — 2025. — № 3. — С. 68–73. — DOI 10.24412/1816-1863-2025-3-68-73.

7. Районирование берегов Цимлянского водохранилища по степени проявления опасных экзогенных геологических процессов / А. Е. Косолапов, Г. И. Скрипка, Л. А. Беспалова, О. В. Ивлиева, Н. Т. Дандара, Л. В. Сердюк // Естественные и технические науки. — 2017. — № 10 (112). — С. 59–68.

8. *Ткаченко, Ю. А.* Определение вероятности возникновения заторных наводнений при выполненных инженерно-технических мероприятиях / Ю. А. Ткаченко // Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов: экологические проблемы, управление, мониторинг : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : в 2-х т. (Ростов-на-Дону, 20–22 сентября 2023 г.). — Новочеркасск : Лик, 2023. — Т. 1. — С. 326–329. — EDN TWEFQY.

9. Цифровые инструменты для мониторинга экологических показателей и управления качеством сред / Е. Н. Неверов, А. К. Горелкина, А. М. Осинцев [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. — 2025. — № 4 (48). — С. 20–31. — EDN ZMMYWG.

10. Application of GIS-Based Machine Learning Algorithms for Prediction of Irrigational Groundwater Quality Indices / M. A. A. Mohammed, F. Kaya, A. Mohamed, S. S. Alarifi, A. Abdelrady, A. Keshavarzi, N. P. Szabó, P. Szűcs // Frontiers in Earth Science. — 2023. — Vol. 11. — Art. 1274142. — DOI 10.3389/feart.2023.1274142.

11. Soil Salinity Mapping Using Machine Learning Algorithms with the Sentinel-2 MSI in Arid Areas, China / J. Wang, J. Peng, H. Li, C. Yin, W. Liu, T. Wang, H. Zhang // Remote Sensing. — 2021. — Vol. 13, № 2. — Art. 305. — DOI 10.3390/rs13020305.

References

1. *Aleksandrovskaya, L.* Lands of Specially Protected Natural Areas and the Dynamics of Their Development in the Environmental Management System / L. Aleksandrovskaya // Land Reclamation as a Driver of Agricultural Modernization under Climate Change : proceedings of the 4th International Scientific and Practical Online Conference (Novocherkassk, April 24–26, 2023). — Novocherkassk : Lik, 2023. — P. 115–120. — EDN VSTGUB.

2. *Aleksandrovskaya, L.* Legal Regime of Coastal Lands of Reservoirs in Krasnodar Krai / L. Aleksandrovskaya, S. Beloded // Economy and Ecology of Territorial Formations. — 2018. — Vol. 2, № 1. — P. 100–112. — DOI 10.23947/2413-1474-2018-2-1-100-112.

3. *Zhegrov, M.* Business Planning and Investment Project Management / M. Zhegrov // Bulletin of the Moscow International Academy. — 2023. — № 1. — P. 89–91.

4. *Kruzhalin, V.* Geographical Technologies for Developing Tourist Space and Ensuring Sustainable Development of Tourism and Recreation Activities / V. Kruzhalin, A. Nikanorova, N. Shabalina // Tourism and Recreation: Fundamental and Applied Research: Proceedings of the 20th International Scientific and Practical Conference (Moscow, April 17–18, 2025) / ed. by A. Sarafanova. — Maykop : ElIT, 2025. — P. 7–13.

5. *Nikiforova, N.* Participation of Society and Business in Territorial Development Management / N. Nikiforova // State and Municipal Administration: Current Issues and Modern Trends : proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference (Saint Petersburg, November 20–21, 2025). — Saint Petersburg : Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics, 2026. — P. 418–421. — EDN QRENLG.

6. *Osintseva, M.* Application of Digital Technologies in the Reclamation of Disturbed Lands: Current Challenges and Prospects / M. Osintseva, D. Ivanov // Ecology of Urban Areas. — 2025. — № 3. — P. 68–73. — DOI 10.24412/1816-1863-2025-3-68-73.

7. Zoning the Shores of the Tsimlyansk Reservoir by the Degree of Manifestation of Hazardous Exogenous Geological Processes / A. Kosolapov, G. Skripka, L. Bespalova, O. Ivlieva, N. Dandara, L. Serdyuk // Natural and Technical Sciences. — 2017. — № 10 (112). — P. 59–68.

8. *Tkachenko, Yu.* Determination of the Probability of Ice-Jam Floods after the Implementation of Engineering and Technical Measures / Yu. Tkachenko // Water Resources under Global Challenges: Environmental Problems, Management, and Monitoring : proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation : in 2 vols. (Rostov-on-Don, September 20–22, 2023). — Novocherkassk : Lik, 2023. — Vol. 1. — P. 326–329. — EDN TWEFQY.

9. Digital Tools for Monitoring Environmental Indicators and Managing Environmental Quality / E. Neverov, A. Gorelkina, A. Osintsev [et al.] // Innovations in the Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects. — 2025. — № 4 (48). — P. 20–31. — EDN ZMMYWG.

10. Application of GIS-Based Machine Learning Algorithms for Prediction of Irrigational Groundwater Quality Indices / M. A. A. Mohammed, F. Kaya, A. Mohamed, S. S. Alarifi, A. Abdelrady, A. Keshavarzi, N. P. Szabó, P. Szűcs // Frontiers in Earth Science. — 2023. — Vol. 11. — Art. 1274142. — DOI 10.3389/feart.2023.1274142.

11. Soil Salinity Mapping Using Machine Learning Algorithms with the Sentinel-2 MSI in Arid Areas, China / J. Wang, J. Peng, H. Li, C. Yin, W. Liu, T. Wang, H. Zhang // Remote Sensing. — 2021. — Vol. 13, № 2. — Art. 305. — DOI 10.3390/rs13020305.

Об авторе

Александровская Людмила Анатольевна, *кандидат экономических наук, доцент кафедры землепользования и землеустройства, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова (филиал), Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия, alika2007@rambler.ru.*

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 25.05.2026; одобрена после рецензирования 18.07.2026; принята к публикации 20.08.2026.

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)
© 2026 Александровская Л. А.

About the Author

Lyudmila Alexandrovskaya, *Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Land Use and Land Management, Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A. Kortunov (Branch), Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia, alika2007@rambler.ru.*

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

The article was submitted on 25.05.2026; approved after reviewing on 18.07.2026; accepted for publication on 20.08.2026.

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)
© 2026 L. Alexandrovskaya