

На правах рукописи

МУЗЫЧЕНКО Татьяна Константиновна

**СТРУКТУРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ЗОНИРОВАНИЕ ВОДОСБОРА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

Специальность 1.6.21 Геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Владивосток – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный руководитель: **Ганзей Кирилл Сергеевич,**
член-корреспондент РАН, доктор географических наук, директор Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)

Официальные оппоненты: **Бровко Пётр Фёдорович,**
доктор географических наук, профессор, Заслуженный географ Российской Федерации, руководитель образовательных программ аспирантуры и магистратуры департамента наук о Земле Института Мирового океана Дальневосточного Федерального университета (г. Владивосток)

Силаев Антон Владимирович,
кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории физической географии и биогеографии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ)

Защита диссертации состоится 24 апреля 2026 года в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.500.01, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Радио 7, зал заседаний, 2-ой этаж; email: geogr@tigdvo.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе Центральной научной библиотеки при Тихоокеанском институте географии ДВО РАН и на сайте <http://www.tigdvo.ru>

Автореферат разослан «__» 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Родникова Илона Мироновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Природная среда является источником материальных благ, от которых зависит жизнедеятельность человека и функционирование социально-экономических систем [Costanza et al., 1997]. В связи со стремительным научно-техническим прогрессом и ростом численности населения в глобальном масштабе за последние несколько десятилетий степень геоэкологического давления достигла беспрецедентных масштабов [Antrop, 2007]. На данный момент почти все природные геосистемы мира находятся под прямым или косвенным влиянием человеческой деятельности [Lesslie, Taylor, 1985; Sanderson et al., 2002; Venter et al., 2016], что отражается в мировой динамике пространственной структуры землепользования и приводит к многим негативным последствиям – в их числе утрата биоразнообразия [Forester, Machlist, 1996; Cardinale et al., 2012], эрозия почв [Lal, 2001; Owens, 2020], увеличение риска стихийных бедствий [Stallings, 2006] (например, лесных пожаров [Knorr et al., 2014; Robinne et al., 2018]).

Контактные географические структуры, определенные П.Я. Баклановым [2001], отличаются высоким разнообразием компонентов и их связей за счет взаимодействия различающихся частей – например, влияния суши на море и моря на сушу, горной системы на равнину и т.п.

Прибрежные районы формируют контактную зону суши и моря и обладают высокой экологической, социально-экономической [Kellert, 2005; Loomis, Paterson, 2014; Mackenzie et al., 2019] и эстетической [Barbier et al., 2011] ценностью. Интенсификация человеческого воздействия на данных территориях приводит к изменению их геоморфологических и гидрологических свойств. Это в свою очередь оказывает негативное влияние на морскую среду и биологические сообщества [Halpern et al., 2008] и снижает способность прибрежных экосистем оказывать рекреационные, навигационные и прочие социально значимые услуги [Mani-Perez et al., 2016].

Трансграничные территории, в свою очередь, являются зоной контакта двух (или более) государств [Бакланов, Ганзей, 2008]. Трансграничные территории обладают большим потенциалом для развития и углубления контактов с сопредельными государствами. Однако, в то же время, государства теряют свободу принятия решений (например, природопользовательских) без учета позиции соседних стран, что значительно лимитирует возможности осуществления различных видов деятельности [Ганзей, 2004; Бакланов и др., 2016].

Водосбор залива Петра Великого является прибрежной трансграничной территорией – т.е. зоной контакта суши и моря, а также двух государств (Российской Федерации и Китайской Народной Республики) с принципиально

разными культурами и взглядами на природопользование. В этой связи на изучаемой территории наблюдаются значительные пространственные контрасты в степени воздействия человеческой деятельности на природные комплексы. Данным воздействиям требуется количественная и качественная характеристика для разработки планов устойчивого развития территории и эффективного реагирования на геоэкологические угрозы.

Степень разработанности темы исследования. Исследования пространственной структуры и временной динамики землепользования на территории российского Дальнего Востока и Северо-Востока Китая, частью которого является изучаемая территория, ранее проводились Каракиным В.П., Шейнгаузом А.С., Качуром А.Н., Ганзеем С.С., Ермошиным В.В., Мишиной Н.В., Егидаревым Е.Г., Базаровым К.Ю. [Ганзей, 2003; Каракин, Шейнгауз, 2004; Тарасов и др., 2008; Ермошин и др., 2010; Базаров и др., 2019], а также в публикациях [Liu et al., 2005; Gao et al., 2006; Wang et al., 2006; Wang et al., 2009; Ye, Fang, 2009; Gao, Liu, 2011; Wang et al., 2015].

Оценка эколого-хозяйственного баланса территории, разработанная Б.И. Кочуровым [Кочуров, Иванов, 1987; Кочуров, 1997; Кочуров, 1999], проводилась для территорий муниципальных образований России различного уровня [Меркулов и др., 2008; Бодрова, 2013; Минников, Куролап, 2013; Уленгов, Уразметов, 2013; Карпова, 2016; Чупикова и др., 2020], а также в пределах природных рубежей [Панченко, Дюкарев, 2015].

Оценка антропогенного воздействия была разработана в публикации [Sanderson et al., 2002] и впоследствии применялась как в глобальных масштабах [Gallardo et al., 2015; Venter et al., 2016; Williams et al., 2020], так и в региональных [Leu et al., 2008; Theobald et al., 2012; Фетисов, 2013; Бурик, 2014; Mu et al., 2018; Бочарников и др., 2021; Steiner, Huettmann, 2025]. Ей родственны исследования по выделению ареалов дикой природы [Lesslie et al., 1988; McCloskey, Spalding, 1989; Lesslie, Maslen, 1995; Aplet et al., 2000; Ma, Long, 2019], которые на территории России, в том числе Дальнего Востока, проводятся Бочарниковым В.Н. [Бочарников, Егидарев, 2017а; Bocharnikov, Huettmann, 2019].

Геоэкологическое зонирование для различного рода территорий осуществлялось ранее в публикациях [Блануца, 1993; Сладкопевцев, 1996; Куролап, Федотов, 2000; Гелашвили и др., 2003; Бочарников, Мартыненко, 2004; Байраков, 2005; Епринцев и др., 2008; Брагазин и др., 2014; Осипов, Гуров, 2016; Дубровская, 2017; Минеев и др., 2017; Ямашкин и др., 2017; Осипов, Гуров, 2019; Климина, Остроухов, 2022; Бударина и др., 2024].

Объект исследования. Муниципальные образования (уезды, округа и др.) на территории Приморского края Российской Федерации, а также провинций

Хэйлунцзян и Цзилинь Китайской Народной Республики, входящие в водосбор залива Петра Великого.

Предмет исследования. Геоэкологическое состояние водосбора залива Петра Великого.

Целью настоящего диссертационного исследования является разработка геоэкологического зонирования муниципальных образований, входящих в бассейн залива Петра Великого. Для достижения поставленной цели обозначены и выполнены следующие **задачи**:

- Создание карты землепользования изучаемой территории в масштабе 1:100 000 на основе мультиспектральных данных дистанционного зондирования Sentinel-2. Анализ пространственной структуры использования земель.

- Расчет показателей эколого-хозяйственного баланса территории на основе картографо-статистических данных по землепользованию. Выявление трансграничных градиентов в показателях эколого-хозяйственного состояния территории.

- Оценка антропогенного воздействия в геоинформационной среде согласно методике [Sanderson et al., 2002]. Выявление пространственных паттернов распределения очагов геоэкологической напряженности и различий между сопредельными государствами.

- Геоэкологическое зонирование территории на основе совмещения данных картографирования землепользования, оценки эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия, а также сведений о физико-географических и социально-экономических условиях.

Научная новизна. Для территории муниципальных образований, входящих в бассейн залива Петра Великого, впервые было выполнено картографирование землепользования в масштабе 1:100 000, проведен анализ структуры земель и ее пространственных особенностей, выполнена оценка эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия. На основе этих данных разработано геоэкологическое зонирование территории.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные в результате настоящего исследования материалы – карта землепользования, результаты оценки эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия, а также геоэкологическое зонирование – могут быть использованы при разработке программ устойчивого развития и создании документов территориального планирования исследованных муниципальных образований РФ и КНР.

Материалы и методы исследования. Основой данного диссертационного исследования является карта землепользования, составленная автором для изучаемой территории в масштабе 1:100 000 на период 2020-2024 гг. В процессе

ее создания использовались мультиспектральные данные дистанционного зондирования Sentinel-2, Landsat 8 и Landsat 9, при дешифрировании которых применялся визуально-экспертный и автоматический метод. Проведен визуальный анализ структуры землепользования.

При качественной оценке влияния деятельности человека на изучаемый регион использовались методы расчета эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия. Показатели эколого-хозяйственного баланса, разработанные Б.И. Кочуровым [1999], демонстрируют как антропогенная нагрузка влияет на устойчивость природных ландшафтов в пределах территории. Однако, нарушенность природных геосистем демонстрирует значительную изменчивость в пространстве. Для отображения данной изменчивости использована методика оценки антропогенного воздействия [Sanderson et al., 2002], которая является формализованной суммой всех фиксируемых в пространстве антропогенных воздействий. В процессе данного геоинформационного анализа, помимо авторского слоя по землепользованию, привлекались дополнительные данные – автомобильные и железнодорожные магистрали [OpenStreetMap, 2024], полевые дороги [OpenStreetMap, 2024], растр плотности населения LandScan HD [Weber et al., 2020; Moehl et al., 2023], среднегодовая оценка освещённости VIIRS Nighttime Lights [Elvidge et al., 2021].

В качестве заключительного этапа работы разработано геоэкологическое зонирование и рекомендации по природопользованию на основе данных, полученных в результате картографирования пространственной структуры землепользования, оценок эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия, а также схем территориального планирования и сведений о физико-географических и социально-экономических условиях территории.

Положения, выносимые на защиту:

1. Территория водосбора залива Петра Великого характеризуется разнообразным сочетанием пространственных структур использования земли, которые определяют пять рисунков землепользования.

2. Изучаемая территория включает природные геосистемы, подверженные в различной степени антропогенному воздействию. При этом российская часть бассейна характеризуется большей степенью антропогенного воздействия, чем китайская.

3. Максимальные значения антропогенного воздействия присущи прибрежным районам, расположенным на российской части бассейна, преимущественно за счет различного вида селитебных территорий, а также равнинным участкам бассейна, для которых типично сельскохозяйственное освоение.

4. Обширные площади условно нетронутых или мало преобразованных земель в бассейне залива Петра Великого обеспечивают способность естественных геосистем к саморегулированию и их устойчивость к различным внешним воздействиям.

Степень достоверности, личный вклад автора, аprobация результатов исследований. Достоверность результатов диссертации обеспечивается значительным объемом данных по рассматриваемой территории и их глубоким анализом, а также использованием общепризнанных и научно подтвержденных методик.

Все работы, входящие в диссертационное исследования, выполнены автором лично. Основные положения диссертации публично представлены и обсуждены на следующих научных мероприятиях: Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам (Владивосток, 2019, 2020 и 2021); Student scientific conference in English (Владивосток, 2019, 2020 и 2021); Шестнадцатой и Семнадцатой молодежных конференциях с элементами научной школы «Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке» (Владивосток, 2019 и 2022); XXVIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2021); XX и XXI научных конференциях молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 2021 и 2024); рабочем совещании по российско-китайскому проекту ТИГ ДВО РАН (№ 075-15-2023-584) «Пространственные структуры устойчивого трансграничного природопользования и модели «зеленого» развития в контексте формирующихся экономических коридоров и приоритетов сохранения биоразнообразия на юге Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая» (Пекин, 2023); XII и XIII всероссийских научно-практических конференциях «Геосистемы Северо-Восточной Азии» (Владивосток, 2024 и 2025); III Дальневосточной конференции с международным участием «Трансграничное озеро Ханка: современное состояние и перспективы развития региона» (Владивосток, 2024); заседании Научно-дискуссионного клуба молодежных научных советов ТИГ ДВО РАН и ИГ СО РАН (Владивосток – Иркутск, 2025); VII Международной конференции «Ресурсы, окружающая среда и устойчивое развитие в Северо-Восточной Азии» (Владивосток, 2025).

Материалы диссертационного исследования использованы при выполнении работ по договорам: с ООО «КБ Стрелка» по теме «Формирование прогнозного сценария развития социально-экономических отношений РФ и КНР в пределах Дальневосточного федерального округа (ДФО)» (2022) и с ФГБУ «Земля леопарда» по теме «Картографирование местообитаний крупных кошачьих на территории проектируемого трансграничного резервата «Земля больших кошек»

с использованием данных дистанционного зондирования Земли и разработка интегрированной ГИС ФГБУ «Земля леопарда» (2023).

Структура и объем работы. Настоящая диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов, списка литературы из 353 наименований – из них 124 являются зарубежными. Общий объем работы составляет 182 страницу машинописного текста, включая 37 рисунков и 31 таблицу.

Публикации. Результаты диссертационного исследования отражены в 14 научных публикациях, из них – 4 статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю д.г.н. чл.-корр. РАН Ганзею К.С., сотрудникам Информационно-картографического центра ТИГ ДВО РАН (к.г.н. Мишиной Н.В., Базарову К.Ю., к.г.н. Ермошину В.В., Бердниковой О.А., Лицуковой Г.М.), д.б.н. Бочарникову В.Н., к.г.н. Жарикову В.В., д.г.н. Шамову В.В., к.г.н. Егидареву Е.Г., к.г.н. Зонову Ю.Б. и к.г.н. Каракину В.П. за оказанную помощь в подготовке диссертации.

Исследования выполнены в рамках проекта «Пространственные структуры устойчивого трансграничного природопользования и модели зеленого развития в контексте формирующихся экономических коридоров и приоритетов сохранения биоразнообразия на юге Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая» по соглашению ТИГ ДВО РАН с Минобрнауки России № 075-15-2023-584 (2023-2025 гг.).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность, сформулирована научная и практическая значимость темы диссертации, описана структура и методология исследования.

Глава 1. Физико-географическая и социально-экономическая характеристика водосбора залива Петра Великого.

В Главе 1 приводится характеристика физико-географических и социально-экономических условий изучаемой территории.

Залив Петра Великого, расположенный между м. Поворотный и устьем р. Туманная, является крупнейшим заливом Японского моря. В пределы его водосбора входят 18 муниципальных образований, из которых 14 расположены на территории Приморского края (Российская Федерация), а 4 – в провинциях Хэйлунцзян и Цзилинь (Китайская Народная Республика).

Геологические структуры изучаемой территории представлены Ханкайским массивом и Лаоэлин-Гродековской покровно-складчатой системой [Худяков и др., 1972; Dacheng et al., 2004]. Основными орографическими элементами водосбора являются Восточно-Маньчжурские горы и Раздольненская

равнина на западе; южные отроги хребта Сихотэ-Алинь в центральной части и на востоке [Ганешин, 1957; Худяков, 1968]. Высшей точкой водосбора является г. Ольховая (1669 м).

Изучаемая территория находится в области распространения умеренного муссонного климата [Алисов, 1956]. Для рек характерно летнее дождевое питание [Гарцман, 2008]. Почвенный покров представлен бурыми и подзолисто-бурыми лесными почвами хвойно-широколиственных лесов суб boreального пояса [Иванов, 1964], растительность относится к Маньчжурской флористической области [Колесников, 1969], а фауна – Маньчжуро-Приамурской провинции Восточно-Азиатской зоогеографической области [Колосов, 1980] и отличается богатым видовым составом. Согласно физико-географическому районированию водосбор залива Петра Великого принадлежит к Южно-Приморской горно-равнинной, Уссури-Ханкайской равнинной, Хасано-Гродековской низкогорно-приморской [Зонов, 1990] и Восточно-Маньчжурской горной [Мурзаев, 1955; The National Physical..., 1999] провинциям.

Минерально-сырьевые ресурсы представлены 17 видами полезных ископаемых – из которых можно выделить свинец, железо, медь, глины, известняки, каменные и бурые угли, строительные камни и др.

На изучаемой территории в пределах 18 единиц административно-территориального деления на 2024 г. проживает 2,1 млн. человек, из них на территории российской части бассейна – около 1,4 млн чел., а на территории китайской части – около 700 тыс. [База данных показателей..., 2024; Heilongjiang Statistical Yearbook, 2023; Jilin Statistical Yearbook, 2023]. Системообразующее значение в российской части территории имеют логистические, судостроительные и судоремонтные отрасли промышленности [Бакланов и др., 2024], а на китайской – лесообрабатывающая, пищевая и легкая, а также сельское хозяйство. Экономико-географическое положение водосбора многомерно и обладает большим потенциалом [Маергойз, 1974], который ограничивается несбалансированностью пропускных способностей транспортной инфраструктуры [Щербанин, 2020], а также экономическим и демографическое отставанием территорий от запада России и юго-востока Китая [Дун, 2024].

Глава 2. Методические основы исследования.

В Главе 2 рассматриваются методические основы исследования трансграничных бассейновых территорий, среднемасштабного картографирования землепользования на основе данных дистанционного зондирования, оценка эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия.

Водосборный бассейн, являясь универсальной пространственной интегрированной системой суши, формирует базис природопользования, что показывает ретроспективный анализ социально-экономических отношений [Мечников, 1995]. В современном контексте бассейновый подход позволяет выявлять эффективные пространственные формы взаимодействия между природопользователями [Корытный, 2001]. Таким образом, бассейновый подход широко применяется в практике изучения трансграничных территорий [Ганзей, 2004].

Трансграничные территории, разделяемые государственной границей, одновременно соединены энергетическими, вещественными и информационными потоками, а также наземными и водными транспортными переходами и трубопроводами [Бакланов, Ганзей, 2008]. Они обладают большим потенциалом для развития, но в то же время являются объектом различного рода запретов и ограничений. Трансграничье наиболее подвержено негативным последствиям от непродуманной природопользовательской политики сопредельных государств [Uitto, Duda, 2002], в связи с чем обе стороны не должны принимать экологические и экономические решения на данных территориях без обоюдного согласия [Бакланов и др., 2016].

На основе визуально-экспертного и автоматического дешифрирования спутниковых снимков Sentinel-2 составлена карта землепользования водосбора залива Петра Великого в масштабе 1:100 000. В ее легенде содержится 10 типов земель – леса, кустарники и редколесья, луга, сельскохозяйственные земли (используемые и неиспользуемые), рисовые чеки (используемые и неиспользуемые), населенные пункты, карьеры и водные объекты. Для проверки достоверности данного пространственного слоя применялась картографические подложки высокого разрешения. На основе 1030 сгенерированных проверочных точек установлено, что точность картографирования составляет 94,95%, а коэффициент кппы Коэна – 88,91.

Для изучения антропогенной нагрузки, обусловленной пространственной структурой землепользования на территории рассматриваемых муниципальных образований, проведена оценка эколого-хозяйственного баланса. Данный анализ включает в себя коэффициенты абсолютной и относительной напряженности, которые показывают соотношение условно ненарушенных территорий к сильно нарушенным. Также используется коэффициент естественной защищенности, отображающий долю земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями от общей площади территории. Для оценки эколого-хозяйственного баланса использовались картографо-статистические материалы карты землепользования.

Оценка антропогенного воздействия [Sanderson et al., 2002], как сумма всех обозримых в пространстве форм влияния человека на наземные геосистемы,

представляет собой континуум, значения которого изменяются от селитебной застройки и сельскохозяйственных угодий до минимально преобразованных человеком пространств. Для осуществления данной оценки были привлечены пространственные данные о плотности населения, а также транспортной и энергетической инфраструктуре. Построен растр с пространственным разрешением 200 м, что соответствует масштабу карты пространственной структуры типов землепользования. Каждый пиксель данного раstra содержит балл антропогенного воздействия: «низкий» (менее 7), «средний», (8-14), «высокий» (15-26) и «очень высокий» (более 27).

Глава 3. Структура использования земель водосбора залива Петра Великого.

В Главе 3 дается описание пространственной структуры использования земель, а также приводятся результаты оценки эколого-хозяйственного баланса и оценки антропогенного воздействия в водосборе залива Петра Великого. Выполнено геоэкологическое зонирование изучаемой территории.

На основе дешифрирования данных дистанционного зондирования выполнено среднемасштабное картографирование землепользования водосборного бассейна залива Петра Великого. Выявлено преобладание лесных угодий (таблица 1).

Таблица 1. Структура земель в муниципальных образованиях, расположенных в границах водосбора залива Петра Великого.

| Тип землепользования | Площадь | |
|-----------------------------|------------------|------------|
| | км ² | % * |
| Водные объекты | 282,36 | 0,57 |
| Задроенные земли | 1 282,51 | 2,58 |
| Карьеры | 41,24 | 0,08 |
| Кустарники и редколесья | 609,55 | 1,23 |
| Леса | 36 560,24 | 73,51 |
| Луга | 3 796,18 | 7,63 |
| Сельскохозяйственные земли | 5 872,42 | 11,81 |
| Неиспользуемые с/х земли | 1 098,06 | 2,21 |
| Рисовые чеки | 57,18 | 0,11 |
| Неиспользуемые рисовые чеки | 134,71 | 0,27 |
| ВСЕГО | 49 734,45 | 100 |

* – процент площади от соответствующей части территории.

На основе картографического анализа было выделено пять основных пространственных рисунков структуры землепользования (рисунок 1). Из них три на территории России, а два – на территории Китая.

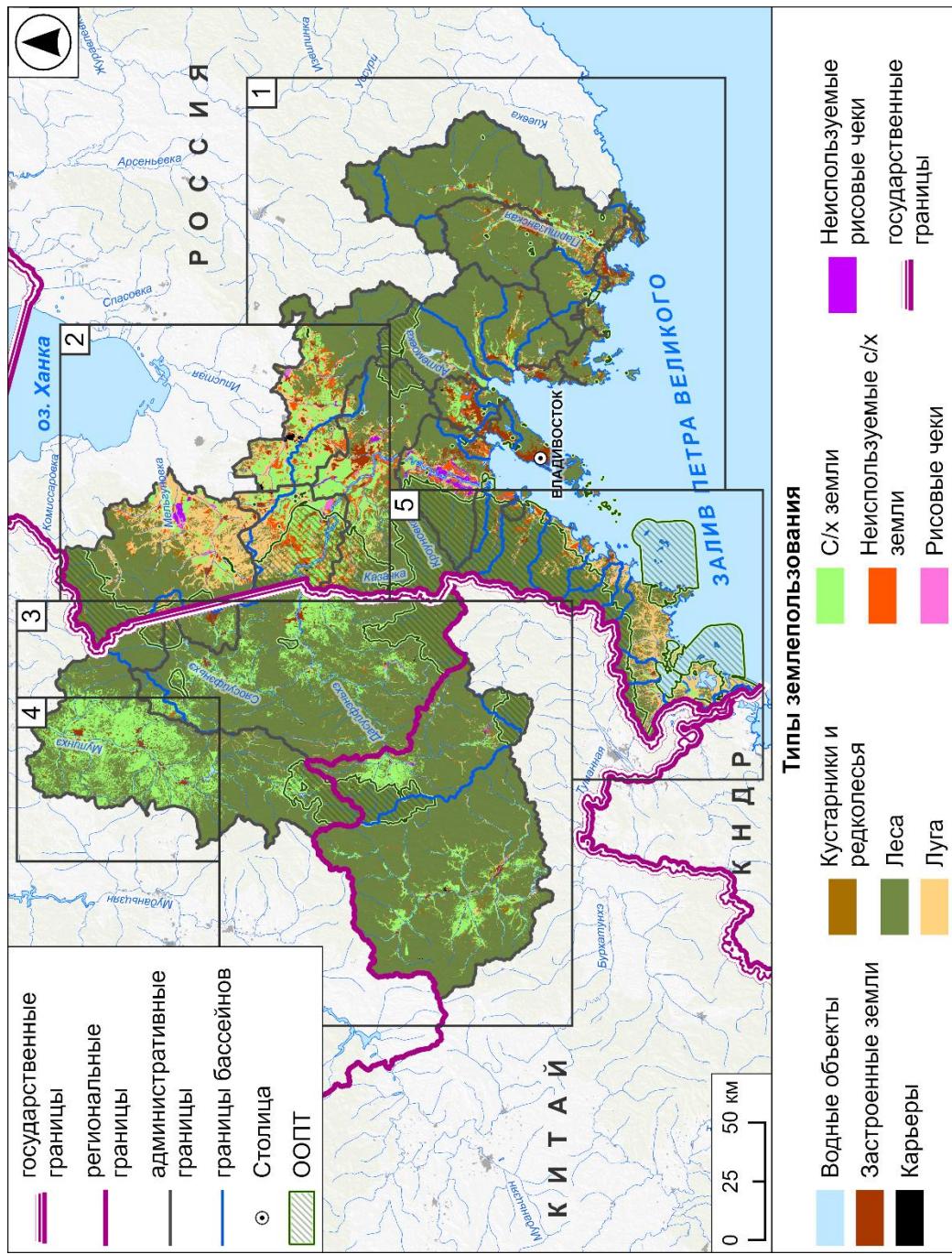


Рисунок 1. Пространственное распределение земель в водосборе залива Петра Великого. Условные обозначения: 1 - центральная и восточная часть водосбора залива Петра Великого, 2 - среднее течение р. Раздольной, 3 - китайская часть бассейна р. Раздольной, 4 - северная часть городского уезда Мулин, 5 - юго-западная часть бассейна залива Петра Великого (карта составлена автором).

Центральная и восточная части изучаемой территории, а также низовья р. Раздольной, отличаются высокой степенью освоенности широких участков речных долин. Приводораздельные участки практически не подвергаются антропогенному воздействию. В среднем течении р. Раздольной преобладают в большей степени возделываемые поля. Также значительных площади неиспользуемых сельскохозяйственных земель и рисовых чеков. Юго-западная часть водосбора, при меньших показателях лесистости, отличается низким уровнем освоенности.

Для китайской части водосбора характерно преобладание лесов, которые непосредственно соседствуют с возделываемыми полями. Площади неиспользуемых сельскохозяйственных земель малы. Северная часть городского уезда Мулин является наиболее интенсивно аграрно-преобразованной территорией. Расчет показателей эколого-хозяйственного баланса показал, что сельскохозяйственные угодья местами практически полностью замещают лесной покров.

С использованием картографо-статистических данных, для каждого муниципального образования, входящего в изучаемую территорию, были рассчитаны показатели эколого-хозяйственного баланса (рисунок 2, таблица 2) – коэффициент абсолютной напряженности (K_a), коэффициент относительной напряженности (K_o) и коэффициент естественной защищенности (K_{EZ}).

Коэффициент абсолютной напряженности, показывая соотношение территорий с крайними значениями антропогенной нагрузки, благополучен для водосбора в целом. На его российской части, где располагается несколько крупных городов, весьма много территорий с неблагополучными значениями. На китайской части водосбора крупные города отсутствуют, в связи с чем там преобладают низкие, более благополучные, значения.

Коэффициент относительной напряженности рассматривает все типы земель. Благодаря разнообразию пространственных рисунков землепользования, представлен весь диапазон значений – от кризисных до благополучных. Для китайской части водосбора характерны средние значения, по причине высокой аграрной освоенности территории.

Коэффициент естественной защищенности в среднем благоприятен. В российской части водосбора также наблюдается большой разброс значений. В пределах китайской части водосбора представлены как низкие, так и средние значения, что связано с преобладанием условно малонарушенных территорий.

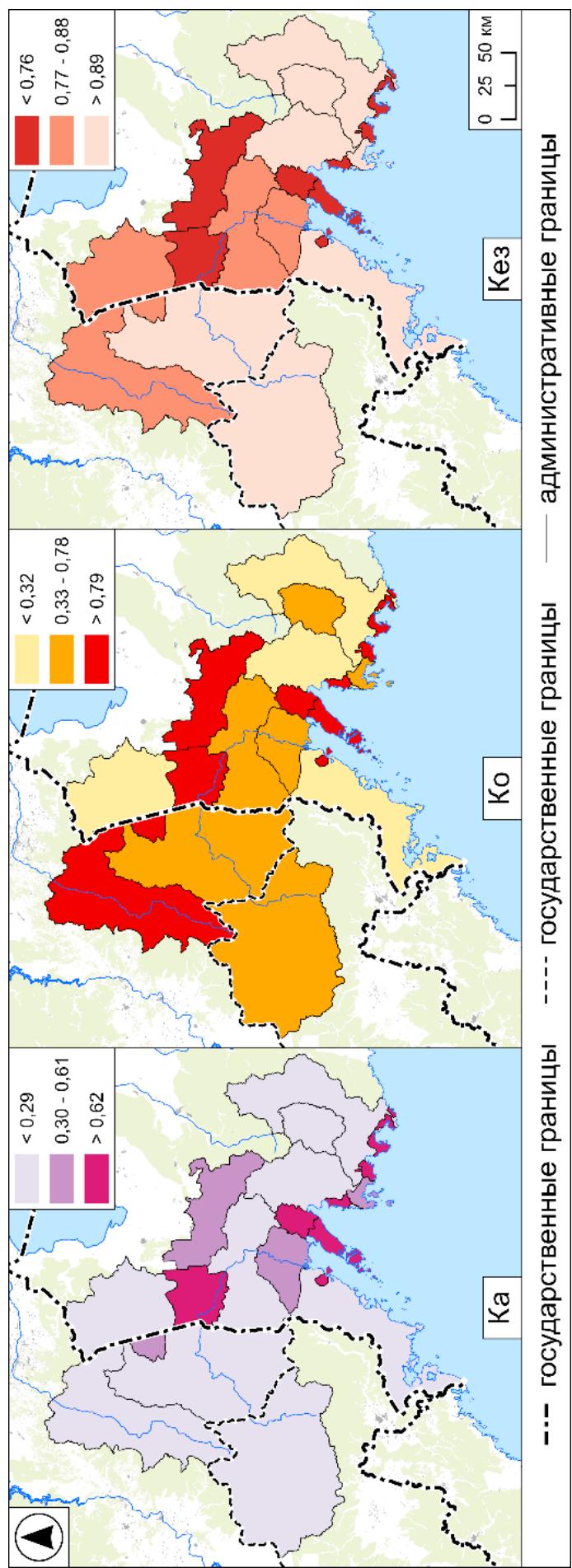


Рисунок 2. Значения показателей экологического баланса в административных единицах, входящих в водосбор залива Петра Великого (карта составлена автором).

Таблица 2. Показатели эколого-хозяйственного баланса в муниципальных образованиях, входящих в водосбор залива Петра Великого.

| № п/п | Страна | Административная единица * | K_a | K_o | K_{ez} |
|----------|--------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | Россия | Хасанский МО | 0,1 | 0,09 | 0,93 |
| 2 | | Надеждинский МО | 0,45 | 0,37 | 0,87 |
| 3 | | Уссурийский ГО | 0,27 | 0,69 | 0,85 |
| 4 | | Октябрьский МО | 0,65 | 1,17 | 0,67 |
| 5 | | Пограничный МО | 0,08 | 0,28 | 0,88 |
| 6 | | Михайловский МО | 0,39 | 1,13 | 0,76 |
| 7 | | Артёмовский ГО | 2,17 | 2,04 | 0,68 |
| 8 | | Владивостокский ГО | 2,37 | 2,11 | 0,72 |
| 9 | | Шкотовский МО | 0,15 | 0,28 | 0,95 |
| 10 | | ГО Большой Камень | 2,48 | 1,6 | 0,71 |
| 11 | | ЗАТО Фокино | 0,56 | 0,48 | 0,9 |
| 12 | | Находкинский ГО | 2,09 | 1,49 | 0,74 |
| 13 | | Партизанский МО | 0,11 | 0,22 | 0,95 |
| 14 | | МО город Партизанск | 0,26 | 0,36 | 0,93 |
| 15 | Китай | ГУ Суйфэнхэ | 0,58 | 1,11 | 0,85 |
| 16 | | ГУ Дуннин | 0,1 | 0,74 | 0,9 |
| 17 | | ГУ Мулин | 0,19 | 1,86 | 0,8 |
| 18 | | уезд Ванцин | 0,07 | 0,46 | 0,93 |
| 19 | | Итого | 0,21 | 0,65 | 0,88 |

* – ГО – городской округ, ЗАТО – закрытое административно-территориальное образование, МО – муниципальный округ, ГУ – городской уезд.

По результатам растрового моделирования выявлено, что на территории водосбора преобладают территории с низкой степенью антропогенного воздействия, составляя более половины от суммы пикселов в растре (таблица 3). На китайской части водосбора располагается несколько больше пикселов данного типа, чем на российской. Для территорий данного типа характерна крайне низкая плотность дорожной сети, при этом преобладают полевые тропы, пригодные только для пешего движения или высокопроходимой техники. Населенные пункты, за исключением отдельно стоящих сооружений и поселений, состоящих из одного или нескольких домохозяйств, отсутствуют. Часто данные признаки сочетаются со сложными для ведения хозяйства геоморфологическими условиями – в частности, высокорасчлененным рельефом [Price et al., 2013; Осипов, 2016].

Таблица 3. Количественная оценка антропогенного воздействия на территорию муниципальных образований, входящих в водосбор залива Петра Великого.

| Категории антропогенного воздействия | На всей территории водосбора залива Петра Великого | | На российской части водосбора | | На китайской части водосбора | |
|--------------------------------------|--|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | Площадь, км ² | % | Площадь, км ² | % | Площадь, км ² | % |
| I – «низкая» | 23 891,31 | 48,04 | 12 459,29 | 45,54 | 11 431,91 | 51,1 |
| II – «средняя» | 16 879,95 | 33,94 | 9 308,34 | 34,02 | 7 571,61 | 33,84 |
| III – «высокая» | 7 883,35 | 15,85 | 4 792,49 | 17,52 | 3 090,94 | 13,82 |
| IV – «очень высокая» | 1 079,84 | 2,17 | 800,69 | 2,93 | 279,19 | 1,25 |

Треть территории водосбора испытывает среднюю степень антропогенного воздействия. Для территорий с данной оценкой свойственна разреженная сеть небольших населенных пунктов. Протяженность дорог достаточно мала. Преобладают полевые тропы, но присутствие автомобильных и железнодорожных магистралей не исключается. В основном территории данного типа располагаются на сравнительно узких участках речных долин, либо на их верхних террасах (рисунок 3).

Высокое антропогенное воздействие испытывает около 16% территории. На российской части водосбора доля данных территорий значительно выше, чем на китайской. Они свойственны для широких участков речных долин с равнинным или сравнительно нерасчлененным рельефом. Кумулятивная природа человеческих воздействий определяет тот факт, что здесь часто один из факторов, обуславливающих геоэкологическую напряженность, в весьма значительной степени преобладает над другими [Sanderson et al., 2002].

Российская часть водосбора в среднем испытывает большее антропогенное воздействие, чем китайская. Наиболее интенсивно освоенными его частями на территории России являются полуостров Муравьева-Амурского (г. Владивосток, г. Артём и их окрестности), среднее течение р. Раздольной (г. Уссурийск и его окрестности), окрестности г. Находка и долина р. Партизанской. В пределах китайской части водосбора к территориям, отличающимся высокой степенью преобразованности, можно отнести долину р. Мулинхэ, а также окрестности г. Суйфэньхэ, г. Дуннин и пос. Лоцзыгоу. Наименьшему человеческому воздействию подвергаются южные отроги Сихотэ-Алиня и северо-восточная часть Восточно-Маньчжурских гор.

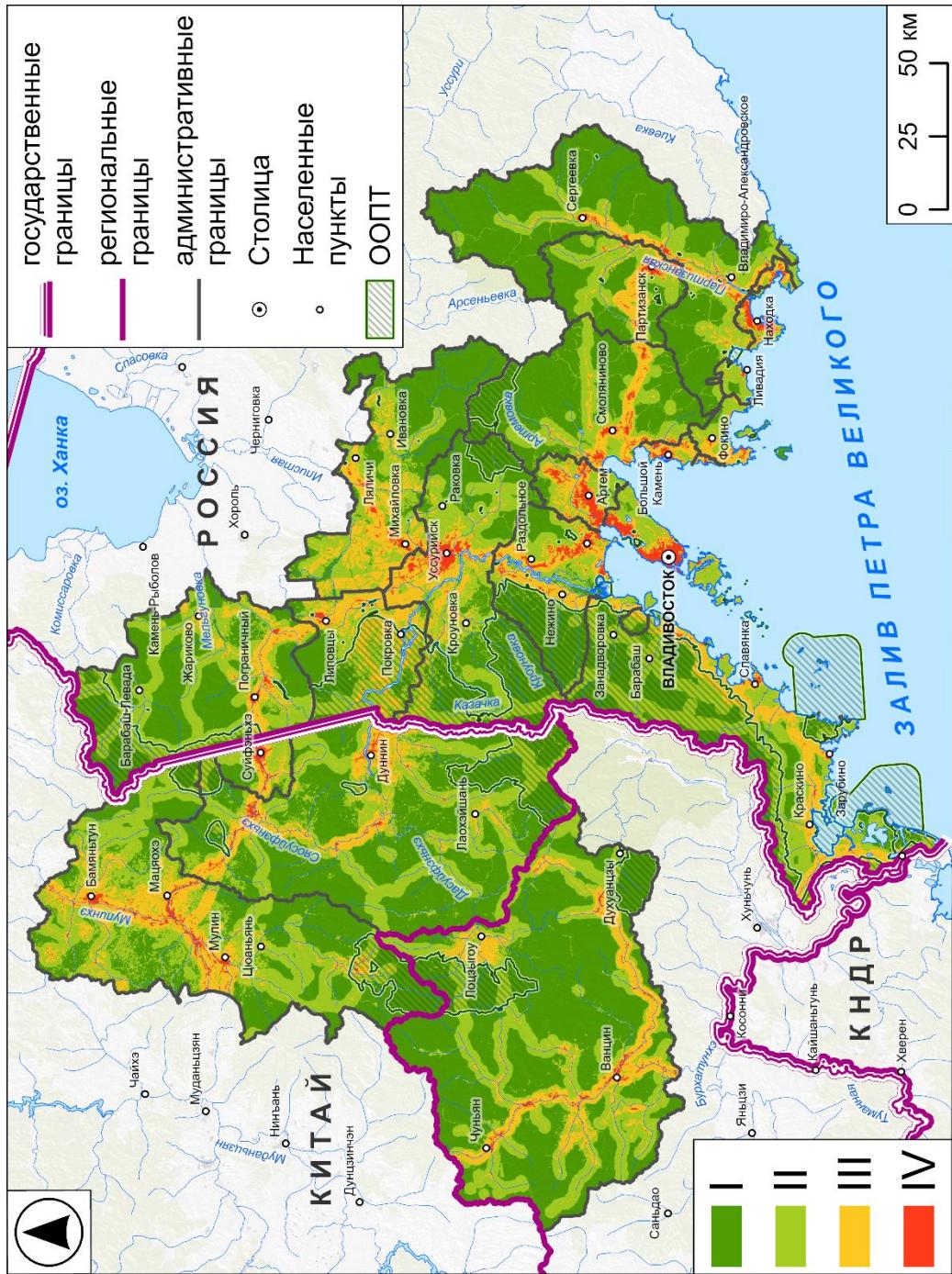


Рисунок 3. Растр оценки антропогенного овоздействия в водооборе залива Петра Великого. Степени антропогенного воздействия: I – «низкая» (менее 7 баллов); II – «средняя» (8–14 баллов); III – «высокая» (15–26 баллов); IV – «очень высокая» (более 27 баллов) (карта составлена автором).

Геоэкологическое зонирование исследуемой территории направлено на объединение и систематизацию информации, полученной в результате всех этапов работы с привлечением дополнительных справочных сведений о физико-географических и социально-экономических условиях, а также схем территориального планирования. Выделено пять зон – селитебные (городские и сельские), преимущественно сельскохозяйственного использования, устойчивого развития и экологический каркас (рисунок 4).

Селитебные территории, располагаясь сравнительно компактно, наносят сильный ущерб природным геосистемам. Однако, их существование носит системообразующий характер для локальных социально-экономических систем. Зоны сельскохозяйственного использования, составляя десятую часть от общей площади, преимущественно заняты сельскохозяйственными угодьями, отвечают за продовольственную безопасность территории и обеспечивают занятость сельского населения.

Около трети водосбора занимают зоны потенциального устойчивого развития, которые подвергаются сравнительно низкоинтенсивному антропогенному воздействию. В этой связи они могут выступать как в качестве природоохранных территорий, так и буфером между ООПТ и зонами, отличающимися более интенсивными типами антропогенного воздействия.

Территории, которым отведена функция экологического каркаса, занимают более половины водосбора, при этом на китайской части водосбора их больше. Границы экологического каркаса обозначаются не столько для природоохранной и ограничительной деятельности, сколько разрешительной, что позволяет установить экологическое равновесие [Нарбут, 2008] и обеспечить устойчивое функционирование геосистем. Они играют ключевую роль в осуществлении политики устойчивого развития территорий [Бакланов и др., 2023].

Данное зонирование является актуальной основой для оценки современного экологического состояния территории и планирования хозяйственной деятельности в целях формирования сбалансированных систем трансграничного и прибрежно-морского природопользования.

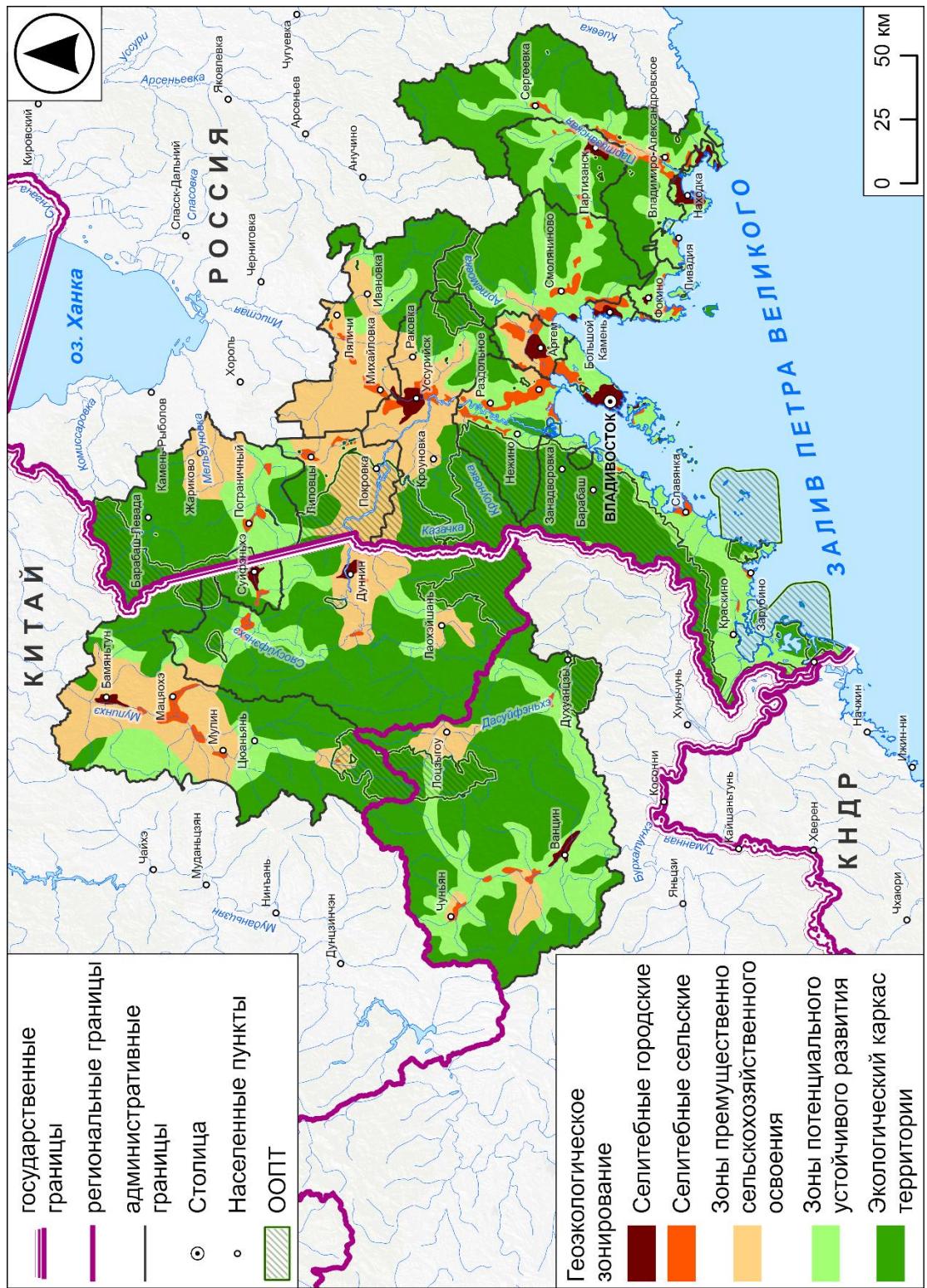


Рисунок 4. Геоэкологическое функциональное зонирование водосбора залива Петра Великого (карта составлена автором).

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований получены следующие основные результаты:

1. На основе анализа карты землепользования выделено пять рисунков землепользования, характерных для различных частей изучаемой территории. Для юго-запада водосбора (Хасанский округ) характерна низкая залесенность прибрежных равнин и малая освоенность долин рек. Центральная и восточная часть изучаемой территории (Надеждинский, Шкотовский и Партизанский округа, ЗАТО Фокино, а также Партизанский, Артёмовский и Находкинский городские округа), напротив, отличается высокой освоенностью речных долин. Среднее течение р. Раздольной (Пограничный, Октябрьский и Михайловский округа, Уссурийский городской округ) отличается интенсивной сельскохозяйственной освоенностью. Для китайской части водосбора (уезд Ванцин, городские уезды Суйфэнхэ, Дуннин и Мулин) типичны сравнительно небольшие участки сельскохозяйственных угодий, которые подходят непосредственно к лесным массивам. На территории городского уезда Мулин сельскохозяйственные земли местами практически полностью замещают лесной покров.

2. Результаты анализа количественных показателей эколого-хозяйственного баланса (коэффициент абсолютной и относительной напряженности, а также коэффициент естественной защищенности) на основе авторских картографо-статистических данных по землепользованию продемонстрировали отличия в эколого-хозяйственном состоянии китайской и российской части водосбора. Российская часть, в силу разнообразия пространственных рисунков землепользования, показывает большой разброс значений – от благоприятных до крайне неблагополучных. Китайская часть водосбора в целом отличается более благоприятными значениями и сравнительно высокой степенью естественной защищенности. Причиной тому является преимущественно сельскохозяйственная специализация данных муниципальных образований, которая обуславливает преобладание земель с малой и средней нарушенностью.

3. Оценка эколого-хозяйственного баланса не подразумевает отображения пространственной изменчивости степени антропогенной нарушенности. Для решения данной задачи выполнена оценка антропогенного воздействия на территорию водосбора. На ее основе определено, что на прибрежные районы и обширные равнинные участки речных долин в пределах изучаемой территории оказывает высокое влияние человеческая деятельность. В прибрежных районах это происходит за счет

селитебных территорий, а на равнинах – главным образом, посредством сельскохозяйственного освоения. При этом, водосбор обладает сравнительно большими запасами условно нетронутых человеком территорий, которые обеспечивают способность природных геосистем выдерживать различного рода негативные воздействия. Их большая часть находится на водоразделах, что оказывает позитивное влияние на сохранность водных ресурсов рассматриваемой территории.

4. На основе результатов среднемасштабного картографирования типов землепользования, оценок эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия, схем территориального планирования и справочных сведений о физико-географических и социально-экономических условиях предложено геоэкологическое зонирование территории. В его рамках выделено пять зон – селитебные (городские и сельские), преимущественно сельскохозяйственного использования, потенциального устойчивого развития и экологический каркас. Выявлено, что большая часть водосбора выполняет функции экологического каркаса или является зоной потенциального устойчивого развития. Прибрежные районы и равнинные участки речных долин испытывают сильное антропогенное воздействие.

Результаты каждого этапа настоящего исследования, включая карту пространственной структуры землепользования, оценку эколого-хозяйственного баланса и антропогенного воздействия, а также геоэкологическое зонирование, могут служить источником информации при составлении программ устойчивого развития и разработке документов территориального планирования.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Публикации в рецензируемых изданиях, входящих в перечень журналов ВАК
и приравненных к списку ВАК*

1. Музыченко, Т.К. Трансграничный анализ структуры земель бассейна реки Раздольная / Т.К. Музыченко, М.Н. Маслова // Тихоокеанская география. – 2021. – № 1(5). – С. 70-77.

2. Музыченко, Т.К. Пространственный анализ землепользования в водосборе залива Петра Великого / Т.К. Музыченко // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 10. – С. 58-63.

3. Музыченко, Т.К. Оценка эколого-хозяйственного баланса в водосборе залива Петра Великого (Японское море) / Т.К. Музыченко // Геосистемы переходных зон. – 2023. – № 2 (7). – С. 196-205.

4. Музыченко, Т.К. Анализ показателей эколого-хозяйственного баланса в административных границах водосбора залива Петра Великого / Т.К. Музыченко // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земли». – 2024. – Т. 50. – С. 98-111.

Материалы конференций и совещаний

1. Музыченко, Т.К. Структура использования земель Партизанского муниципального района и Партизанского городского округа / Т.К. Музыченко // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2019. – С. 86-95.

2. Музыченко, Т.К. Структура использования земель Партизанского района и Партизанского городского округа (Приморский край) / Т.К. Музыченко // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. – Владивосток: ДВФУ, 2019. – С. 86-95.

3. Muzychenco, T.K. The analysis of land use of Pogranichny District / T.K. Muzychenco // The 7th annual student scientific conference in English: conference proceedings. – Vladivostok: FEFU, 2020. – pp. 84-86.

4. Музыченко, Т.К. Анализ структуры использования земель Октябрьского района Приморского края / Т.К. Музыченко // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. – Владивосток: ДВФУ, 2020. – С. 33-35.

5. Музыченко, Т.К. Картографический анализ природопользования трансграничного бассейна р. Раздольной / Т.К. Музыченко, М.Н. Маслова // Иркутск: ИГ СО РАН, 2021. – С. 87-90.

6. Музыченко, Т.К. Анализ структуры земель российской части бассейна р. Раздольная / Т.К. Музыченко // Ломоносов – 2021: материалы Международного молодежного научного форума. Москва: МАКС Пресс, 2021.

7. Музыченко, Т.К. ГИС-картографирование землепользования в водосборе залива Петра Великого (Приморский край) / Т.К. Музыченко // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке: Сборник статей молодых ученых. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2022. – С. 37-43.

8. Музыченко, Т.К. Сравнение результатов оценки эколого-хозяйственного баланса в административных и природных границах водосбора залива Петра Великого (Японское море) / Т.К. Музыченко // Географические знания и вызовы нового времени: Материалы XXI научной

конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (с международным участием). – Иркутск: ИГ СО РАН, 2024. – С. 70-73.

9. Музыченко, Т.К. Пространственная структура землепользования в административных границах водосбора залива Петра Великого / Т.К. Музыченко // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2024. – С. 469-474.

10. Музыченко, Т.К. Геоэкологическая оценка уровня антропогенного воздействия на водосбор залива Петра Великого / Т.К. Музыченко // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, социальные и хозяйствственные системы. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2025. – С. 167-172.

МУЗЫЧЕНКО Татьяна Константиновна

СТРУКТУРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ЗОНИРОВАНИЕ ВОДОСБОРА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата географических наук

Подписано к печати 15.12.2025 г.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,4. Тираж 100 экз. Заказ № 08п.

Отпечатано: Типография ПАО «Дальприбор»
690105, г. Владивосток, ул. Бородинская, д. 46/50