



Никифорова Александра Александровна

**РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ
В УСЛОВИЯХ ПОСТКОНФЛИКТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ РЕК ЭЛЬ-АСИ (ОРОНТ) И СУНЖИ)**

Специальность 1.6.21. Геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»

**Научный
руководитель**

Горбунов Роман Вячеславович
доктор географических наук, директор ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (г. Севастополь)

**Официальные
оппоненты**

Лысенко Алексей Владимирович,
доктор географических наук, доцент, профессор департамента географии и геоинформатики факультета международных отношений, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (г. Ставрополь)

Занозин Виктор Валерьевич,
кандидат географических наук, доцент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева» (г. Астрахань)

**Ведущая
организация**

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова» (г. Владикавказ)

Защита состоится «26» декабря 2025 года на заседании объединенного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 99.0.075.03 при ФГБУН ФИЦ «Владикавказский научный центр РАН», ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова» по адресу: г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а (ГФИ ВНИЦ РАН).

Отзывы на автореферат (заверенные печатью, в двух экземплярах) просим направлять по адресу: 364051, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. Х. Исаева, 100, на имя ученого секретаря диссертационного совета 99.0.075.03 З.Ш. Гагаевой. E-mail: geodissovets@mail.ru. Факс: 8 (8712) 22-36-07.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова» и на сайтах: https://gstou.ru/science/dissertation_council/ и vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 99.0.075.03,
к.г.н.



З. Ш. Гагаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Обоснование выбора темы и её актуальности. Возрастание численности населения Земли и, как следствие, антропогенной нагрузки на природные ландшафты, а также ограниченность ресурсов планеты обусловило создание и развитие концепции экосистемных услуг. Ландшафты предоставляют широкий спектр услуг, многие из которых имеют фундаментальное значение для благополучия человека и его здоровья, получению средств к существованию и выживанию. В отчетах научных организаций и работах ученых в последнее время наибольшее распространение получило широкое определение, представленное в работе Millennium Ecosystem Assessment (MEA), где под экосистемными услугами подразумеваются «выгоды, получаемые людьми от экосистем». В дальнейшем данное определение будет использовано в исследовании.

Ландшафты играют ключевую роль в предоставлении гидрологических услуг, которые тесно взаимосвязаны с широким спектром других важнейших экосистемных функций. К ним относятся регулирование качества атмосферного воздуха, секвестрация диоксида углерода, процессы трансформации и нейтрализации загрязняющих веществ в почве и пр. Водные экосистемы (реки, озера, грунтовые воды, прибрежные воды, моря) поддерживают предоставление важнейших экосистемных услуг. Ключевые экосистемные услуги также связаны с гидрологическим циклом в речном бассейне, например, очистка воды, удержание воды и регулирование климата.

Экологическая уязвимость трансграничных систем усиливается в условиях антропогенного воздействия. К одним из форм негативного антропогенного воздействия относятся вооруженные конфликты. Сюда же относятся бассейны, пострадавшие от вооруженных конфликтов. Данное исследование подчеркивает сложность взаимодействия человечества и окружающей среды в контексте восстановления ландшафтов, поврежденных вооруженными действиями. Исследование трансграничных рек является критически важным для обеспечения гидрологической безопасности, сохранения экосистемных услуг и укрепления международного сотрудничества в контексте глобальных вызовов XXI века.

Изучение регулирующих экосистемных услуг в бассейнах рек приобретает ключевое значение в контексте глобальных вызовов, связанных с антропогенной трансформацией природных систем и нарастающей дестабилизацией гидрологических циклов.

Особую значимость приобретают регулирующие экосистемные услуги, обеспечивающие поддержание качества среды, в том числе гидрологические услуги, неразрывно связанные с функционированием речных бассейнов как ключевых геоэкологических единиц. Потребность исследования и мониторинга резко обостряется на территориях, переживших вооруженные конфликты, где восстановление деградированных территорий и их экосистемных услуг становится критическим для достижения Целей устойчивого развития ООН (ЦУР), особенно ЦУР 6 (Чистая вода и санитария) и ЦУР 15 (Сохранение экосистем суши). Данное исследование, фокусирующееся на бассейнах рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжи как репрезентативных примерах, восполняет этот пробел.

Степень разработанности темы исследования.

Концепция экосистемных услуг впервые стала применяться в качестве подхода к оценке устойчивости природных систем в 1997 г. Р. Costanza [The value of..., 1997] и G. Daly [Introduction: What are..., 1997]. Изучение экосистемных услуг активно развивается отечественными исследователями, среди которых необходимо указать С. Н. Бобылева [Экономическая оценка биоразнообразия..., 1999; Бобылев, Захаров, 2009; Экосистемные услуги наземных..., 2013], Н. Н. Лукьянчикова, И. М. Потравного [Лукьянчиков, Потравный, 2007], Е. Н. Буквареву, Д. Г. Замолодчикова [Букарева, Замолодчиков, 2016], О. Е. Медведева [Медведева, 1998], А. А. Тишкова [Тишков, 2010], Р. А. Перелет [Перелет, 2002], Ю. Г. Пузаченко [Пузаченко, 2012], Т.В. Тихонову [Тихонова, 2018], В. Г. Суховольского [Суховольский, 2022], В. Л. Злобину, В. В. Киселеву [Злобина, Киселева, 2008] и др.

В 2015 году подготовлен пятый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации» [Пятый национальный доклад..., 2015]. Доклад являлся важным источником информации для промежуточного обзора результатов осуществления Стратегического плана в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия на 2011–2020 годы. Также, одним из основных результатов работы российских исследователей стало их участие в реализации международного проекта ТЕЕВ [ТЕЕВ, 2010]. Результатом данной деятельности для Российской Федерации стало формирование Прототипа национального доклада «Экосистемные услуги России» [Букварева, 2016]. Однако в указанном документе приведённые оценки носят иллюстративный характер, демонстрируя возможные методические подходы, и требуют существенной корректировки и уточнения на практике.

Изучая зарубежную практику проблематики в отношении природных ресурсов и экосистемных услуг, следует отметить работы следующих ученых: R. Costanza [The value of..., 1997], K. Brauman [Brauman, Meulen, Brils, 2014], C. J. Vörösmarty et al. [Global threats to..., 2010], M. A. Palmer, Ruhi A [Palmer, Ruhi, 2019], Bark R. H. [Integrated valuation of..., 2016], T. Hayha [Assessing, valuing, and..., 2015] и др. Популяризация концепции экосистемных услуг привела к внедрению экосистемных подходов в практику принятия управленческих решений [ТЕЕВ, 2010; IPBES, 2019; Mapping ecosystem services..., 2012].

Таким образом, несмотря на обширный массив зарубежных и отечественных исследований в сфере анализа природных ресурсов, методологические аспекты анализа экосистемных услуг остаются недостаточно разработанными. Комплексный анализ всего спектра экосистемных услуг невозможен в рамках единого подхода. Существующие исследования представляют собой совокупность различных методик анализа, а также критериев выделения конкретных экосистем, их классификации и формирования итогового перечня предоставляемых ими услуг.

Цель исследования – комплексный анализ трансформации ключевых регулирующих экосистемных услуг, с применением геоинформационных технологий и методов пространственного моделирования, в бассейнах рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжи, подвергшихся интенсивному антропогенному воздействию в результате вооруженных конфликтов.

Для достижения цели решались следующие **задачи**:

1. Проанализировать существующие подходы и сформулировать теоретико-методическую основу для анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг бассейнов рек.
2. Разработать методику анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг бассейнов рек, базирующуюся на материалах дистанционного зондирования с использованием геоинформационного моделирования и полевых исследований, а также адаптировать ее для постконфликтных территорий бассейнов рек.
3. Изучить физико-географические и исторические факторы формирования ключевых регулирующих экосистемных услуг бассейнов рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжи.
4. Провести анализ ключевых регулирующих экосистемных услуг речных бассейнов Эль-Аси (Оронт) и Сунжи, выявив их динамику в постконфликтных условиях.
5. Выработать рекомендации по устойчивому развитию речных бассейнов исследуемой территории на основе анализа и картографирования ключевых регулирующих экосистемных услуг для обеспечения экологической устойчивости и повышения потенциала регулирующих экосистемных услуг на деградированных территориях.

Объект исследования – территории бассейнов рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжи.

Предмет исследования – динамика ключевых регулирующих экосистемных услуг территории бассейнов рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжи, пострадавших от вооруженных конфликтов.

Научная новизна. Впервые для территорий бассейнов рек, разработана комплексная методика пространственно-временного анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг, интегрирующая анализ динамики наземного покрова на основе многолетних рядов спутниковых данных и ГИС-моделирование (включая модули InVEST). Отличительной особенностью данного исследования является анализ регулирующих экосистемных услуг для территорий, подвергшихся интенсивному вооруженному воздействию.

Впервые проведен анализ трансформации экосистемных услуг под воздействием вооруженных конфликтов в речных бассейнах.

Впервые выявлены изменения и особенности восстановления ключевых регулирующих экосистемных услуг в постконфликтный период, обусловленные как прямыми повреждениями ландшафтов, так и опосредованными социально-экономическими факторами (изменение природопользования, миграции, инфраструктурные потери).

Продемонстрированы возможности использования облачной платформы Google Earth Engine в сочетании с алгоритмами ГИС для оперативного мониторинга и анализа регулирующих экосистемных услуг на обширных и труднодоступных постконфликтных территориях, которые дополняют традиционные полевые методы.

Теоретическая значимость работы. В работе систематизирован накопленный отечественными и зарубежными исследователями опыт изучения и

проведения анализа экосистемных услуг в границах речных бассейнов. Разработана методика анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг в пределах речного бассейна на основе выбора ключевых критериев. Впервые для бассейнов, пострадавших от вооруженных конфликтов, проведен анализ ключевых регулирующих экосистемных услуг на основе методов геоинформационного моделирования и данных дистанционного зондирования в сочетании с методами полевых исследований. Показана возможность использования ГИС и технологий облачных вычислений, при проведении анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг речных бассейнов. Результаты исследования углубляют и расширяют представления о ключевых регулирующих экосистемных услугах трансграничных бассейнов рек Северного Кавказа (Россия, Грузия) и Ближнего Востока (Сирийской Арабской Республике, Турции, Ливана).

Практическая значимость работы. Для бассейнов рек, пострадавших от вооруженных конфликтов, впервые разработана и апробирована методика анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг – получены новые серии карт, отражающие динамику экосистемных услуг. Показана возможность практического применения методики анализа регулирующих экосистемных услуг на основе набора критериев. Использование ГИС и облачных технологий, позволяет выделять и актуализировать границы водосборных бассейнов, что необходимо для планирования и управления водными ресурсами, определения предоставляемых экосистемных услуг и принятия мер по их защите. Разработанные и усовершенствованные методики анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг речного бассейна позволяют оценивать состояние различных компонентов природы, а также различные блага, предоставляемые ландшафтами в пределах речного бассейна. Это может помочь идентифицировать проблемные участки территории, разработать эффективные меры по улучшению экологической ситуации и принять необходимые управленческие решения для разработки устойчивых стратегий управления речными бассейнами и их охраны. Результаты диссертационной работы могут иметь широкое практическое применение в муниципальных и региональных органах власти в целях минимизации возможных последствий и рисков, а также для выполнения функций контроля в области охраны окружающей среды. Это может помочь улучшить планирование и принятие решений в области управления бассейнами и охраны природы в пределах бассейнов рек.

Разработанная в исследовании методика анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг обладает свойством универсальности и масштабируемости, что позволяет применять её для анализа различных бассейнов рек, находящихся в различных физико-географических условиях. Ключевым фактором универсальности является опора на стандартизированные, глобально доступные данные дистанционного зондирования (Landsat, Sentinel, MODIS) и открытые геопространственные платформы (Google Earth Engine), что обеспечивает воспроизводимость методики независимо от локальной доступности наземных измерений. Использование модуля InVEST, как инструментария, специально разработанного для пространственного анализа экосистемных услуг, в сочетании с ГИС-системами (ArcGIS, QGIS, SAGA) для учета специфики бассейна

(морфометрия, почвы, растительность, климат) и калибровки моделей на основе выборочных полевых данных, обеспечивает гибкость и применимость методики к речным системам с различной структурой землепользования и уровнем антропогенной трансформации.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Разработанная методика комплексного анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг, основанная на интеграции полевых методов исследования, ГИС-технологий и моделирования InVEST, обеспечивает анализ трансформации экосистемных услуг на постконфликтных территориях.

- Предложенная система критериев анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг, позволяет комплексно учитывать как прямые последствия вооруженных конфликтов (изменение количества углерода в ландшафтах, динамику растительного покрова, изменение гидрологического режима), так и опосредованные эффекты (трансформация исторических, социально-экономических процессов и условий природопользования).

- Восстановительная динамика ключевых регулирующих экосистемных услуг бассейнов рек характеризуется пространственно-временной неоднородностью: наиболее не устойчивыми к вооруженному воздействию оказались регуляция лесного покрова и обеспечение пресной водой. Эффективное восстановление ключевых регулирующих экосистемных услуг в постконфликтный период требует комплексного подхода, включающего лесовосстановительные мероприятия, организацию системы мониторинга и проведение научных исследований.

Методология и методы исследования. Работа основана на фундаментальных исследованиях в области изучения экосистемных услуг, геоэкологии, гидрологии, физической географии, базовых концепциях ландшафтоведения и ландшафтной экологии. Для достижения всех поставленных задач, были использованы следующие методы исследования: литературно-аналитический, картографический, картометрический, геоинформационный (программный комплекс продуктов ArcGIS, QGIS, SAGA, платформа облачных вычислений Google Earth Engine), аэрокосмические методы (загрузка и анализ космических снимков высокого разрешения Landsat, Sentinel, MODIS, модуль InVEST), математические, статистические (программное обеспечение для статистической обработки полученных данных (R Studio, Microsoft Excel)), а также полевые методы исследования. Методологической основой исследования выступают представления об экосистемных услугах [The value of..., 1997; Руководство по экономической..., 2013; Brauman, 2014; Global threats to..., 2010; Palmer, 2019; Allan, 2004; MEA, 2005; Bark, 2016; Hayha, 2015] и применении геоинформационных технологий. В основу работы легли результаты собственных исследований автора за период с 2022 по 2025 гг. Диссертационная работа представляет собой комплексное, всесторонне изучение постконфликтных речных бассейнов и их ключевых регулирующих экосистемных услуг.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности: Работа соответствует паспорту специальности 1.6.21 «Геоэкология» по следующим пунктам: 1, 2, 3, 6, 7, 11, 14, 16.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Работа выполнена автором в течение 2022–2025 гг. Основные результаты диссертационной работы нашли отражение при реализации крупного научного проекта «Динамика геоэкологического состояния бассейнов горных рек Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Ирана в условиях изменения климата и растущей антропогенной нагрузки» (Соглашение № 075-15-2024-644) и темы государственного задания «Изучение особенностей функционирования и динамики субтропических и тропических прибрежных экосистем в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки с использованием методов дистанционных исследований, технологий облачной обработки информации и машинного обучения для создания научных основ их рационального использования» (№ гос. регистрации 124030100030-0). Апробация материалов исследования проведена на конференциях: Всероссийская научная конференция, посвященная 30-летию Карадагского ландшафтно-экологического стационара «Экспериментальное ландшафтоведение: теория, методология, практика» (Республика Крым, г. Феодосия, 25-29 сентября 2023 г.), I Белорусский географический конгресс к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества (Минск, 8-13 апреля 2024 г.), XIV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием, (г. Махачкала, 18-20 сентября 2024 г.); I Международная научная конференция «Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования» (Севастополь, 25 октября 2024 г.), II Международная научная конференция «Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования» (Грозный, 25 декабря 2024 г.), XI Международная научно-практическая конференция «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование» (Москва, 2-3 апреля 2025 г.), V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «География – от теории к практике» (Луганск, 14-15 апреля 2025 г.), III Международная научная конференция «Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования» (Республика Крым, г. Феодосия, пгт Курортное 24-25 апреля 2025 г.), Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Фундаментальные и прикладные исследования в ботанике, экологии, растениеводстве» ФГБУН «НБС-ННЦ» (Республика Крым, г. Ялта, 26-30 мая 2025 г.), III Международная межведомственная научно-техническая конференция «Космические технологии – 2025» (г. Москва, 4-6 июня 2025 г.), Международная Тебердинская научно-практическая конференция «Проблемы устойчивого развития горных территорий в условиях глобальных изменений» (КЧР, г. Теберда, г. Карачаевск, 1-5 июля 2025 г.), XV Международная научная конференция «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (ГЕОКАВКАЗ-2025) (г. Владикавказ, 06-08 октября 2025 г.), XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием для молодых

учёных, посвящённая 185-летию со дня рождения А. О. Ковалевского и В. Н. Ульянина «Понт Эвксинский – 2025» (г. Севастополь, 6-10 октября 2025 г.), XV Международная научная конференция «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (ГЕОКАВКАЗ-2025), посвященная юбилею д.ф.-м.н., профессора, Заслуженного геолога РФ И.А. Керимова (г. Владикавказ, 06-08 октября 2025 г.).

Публикации. По теме работы опубликовано 16 работ, в том числе 5 работ в изданиях Scopus и Web of Science, 3 статьи в журналах из перечня ВАК.

Объем и структура работы. Общий объем основной части работы составляет 156 страниц машинописного текста. Работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка литературы, состоящего из 221 наименования. Работа включает 58 рисунков и 11 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования, описана степень разработанности темы, сформулированы цель, задачи, методология и методы исследования, охарактеризована научная новизна диссертационной работы, описана практическая и теоретическая значимость научного исследования, приведены сведения об апробации и степени достоверности результатов диссертационного исследования.

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НА ПОСТКОНФЛИКТНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Увеличение численности населения Земли и, как следствие, антропогенной нагрузки на природные ландшафты, а также ограниченность ресурсов планеты обусловили создание и развитие концепции экосистемных услуг. Суть концепции заключается в учете широкого спектра функций природного капитала в процессах принятия решений и обеспечения устойчивого природопользования в целях противодействия деградации естественных условий жизни. В исследовании анализируется динамика одного из видов экосистемных услуг – регулирующих, так как они имеют фундаментальную роль в стабилизации экологических условий, что создает основу для предоставления всех прочих категорий экосистемных услуг. Регулирующие услуги показывают, как ландшафты влияют на движение и функционирование более крупных систем, которые, в свою очередь, влияют на жизнь людей.

Одним из специфических и широко распространенных видов антропогенного влияния является вооруженный конфликт, который приводит к деградации природно-территориальных комплексов. В результате воздействия вооруженных конфликтов на окружающую среду утрата экосистемных услуг оборачивается значительными издержками для человечества. Наиболее значимые последствия экологического ущерба заключаются в потере экосистемных услуг, которые эти ресурсы предоставляют как в текущий момент, так и в долгосрочной перспективе.

Речные бассейны представляют собой сложные природно-антропогенные системы. Для выявления критериев анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг необходимо комплексно изучать характеристики речного бассейна, включая его гидрологические особенности (водный режим, сток, сезонные колебания), морфометрические параметры (площадь, форма, уклон), почвенно-растительный покров (типы почв, степень залесённости, биоразнообразие), а также антропогенную нагрузку (землепользование, загрязнение) и т.д.

В ходе проведения исследования автором были выделены ключевые регулирующие экосистемные услуги бассейна реки: регуляция лесного покрова; депонирование углерода; обеспечение пресной водой; снижение риска наводнений. Представленные ключевые регулирующие экосистемные услуги бассейна реки характеризуются ключевой ролью в поддержании устойчивости природных систем, обеспечивая максимальное количество жизненно важных функций.

РАЗДЕЛ 2. МЕТОДИКА АНАЛИЗА КЛЮЧЕВЫХ РЕГУЛИРУЮЩИХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В БАССЕЙНАХ РЕК

Проведение анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг в бассейнах рек основано на комплексном подходе, включающем изучение ландшафтных, геоэкологических и гидрологических исследований. Общая схема исследования представлена на рисунке 1.

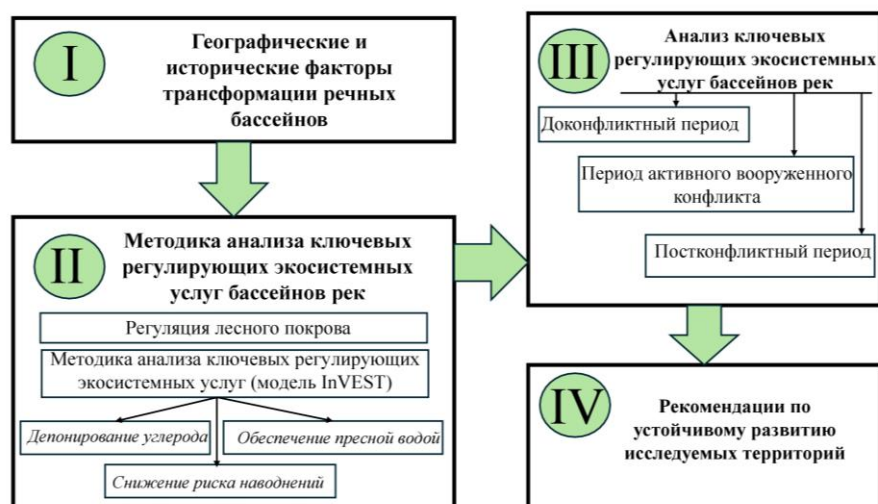


Рис. 1 – Методика проведения анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг в бассейнах рек.

Исследование проводится в несколько взаимосвязанных этапов. Первый этап предполагает общий географический и исторический анализ территории, который служит основой для понимания хронологических рамок и ключевых факторов, повлиявших на состояние природных систем и системы природопользования речных бассейнов.

Второй этап включает расчет индексов ключевых регулирующих экосистемных услуг и их пространственно-временной анализ. Ключевым компонентом методики является применение модели InVEST для анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг. Интеграция данных дистанционного зондирования (Land Cover CCI) с полевыми исследованиями почвенного покрова и ландшафтов обеспечивает уточнение моделируемых параметров.

На третьем этапе полученные данные обобщаются в рамках сравнительного анализа за три выделенных временных периода: доконфликтный (фоновое состояние ландшафтов), период активного вооруженного конфликта (как фаза максимального антропогенного воздействия и нарушения ключевых регулирующих экосистемных услуг) и постконфликтный период (характеризующийся процессами восстановления или дальнейшей деградации). Выявляются максимальные и минимальные изменения показателей экосистемных услуг в бассейнах рек.

Заключительный этап методики заключается в разработке научно обоснованных рекомендаций по устойчивому развитию исследуемой территории. Предложенная система анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг интегрирует количественные показатели и пространственные закономерности.

РАЗДЕЛ 3. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНОВ РЕК ЭЛЬ-АСИ (ОРОНТ) И СУНЖИ

Область исследования (рис. 2) охватывает бассейн реки Эль-Аси, также известной как Оронт, расположен в Западной Азии, является одним из наименее изученных трансграничных водных бассейнов на Ближнем Востоке. Бассейн реки охватывает территории нескольких стран Ближнего Востока: Ливан, Сирию и Турцию, имеет площадь 24668,5 км². Бассейн отличается сложной гидрографической и административно-территориальной структурой, сформирован в результате тектонических процессов, связанных с Сирийским рифтом. Река Эль-Аси (Оронт) имеет два притока, которые расположены в Турции и Сирии: Африн и Карасу. Бассейн характеризуется выраженной трансграничностью, сложным геоморфологическим строением с экстремальным перепадом высот (от -3,2 м до 3250 м), преобладанием горного рельефа (средний уклон 5,86°, максимальный >50°), средиземноморским климатом с тенденцией к аридизации и учащением экстремальных засух, а также высокой пространственной неоднородностью почвенного покрова (доминирование маломощных ксероморфных почв) и растительности (зона средиземноморских жестколистных вечнозеленых лесов и кустарников, характеризуется наличием высотных поясов). Одним из самых значимых исторических событий в бассейне реки Эль-Аси (Оронт), повлиявших на ландшафты, стала Гражданская война в Сирии, в ходе исследования выделены временные этапы: доконфликтный (1992-2010 гг.), активного вооруженного конфликта (2011-2016 гг.), постконфликтный (2017-2020 гг.).

Река Сунжа (рис. 2.) является последним правым и наибольшим притоком р. Терек. Исток реки Сунжа находится в районе Черных гор, площадь 12130.7 км². Река Сунжа имеет сложную гидрографическую сеть, с более чем 6000 малых водотоков в высокогорной зоне. Бассейн охватывает горные районы Восточного Кавказа, включая Центральный и Боковой хребты, водоразделы которых покрыты ледниками, а также равнинную часть Предкавказья. С точки зрения климата – в бассейне реки Сунжа, четко прослеживаются закономерности широтной зональности и высотной поясности, а также все переходные типы климата от сухих, жарких и вечных снегов нивальной зоны - от засушливого умеренно континентального до высокогорного. Бассейн реки характеризуется разнообразием почвенных типов: в северной части бассейна преобладают каштановые почвы, в средней части бассейна доминируют лугово-чернозёмные почвы, горные районы южной части бассейна представлены горно-лесными и горно-луговыми почвами.

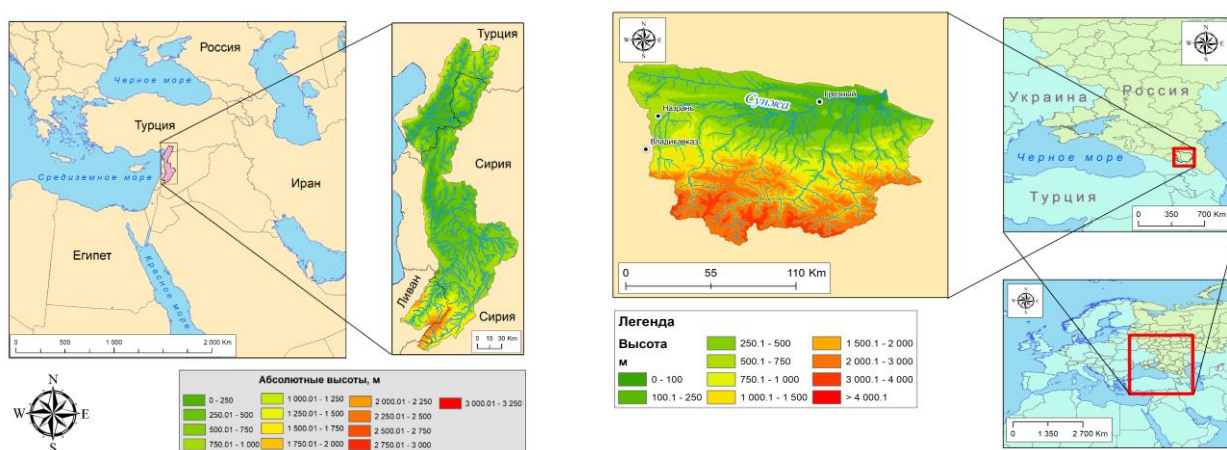


Рис. 2 – Географическое положение и абсолютные высоты бассейна реки Эль-Аси (Оронт) и бассейна реки Сунжа.

Растительность бассейна разнообразна: в предгорьях преобладают степи, на склонах леса – дубовые, буковые, сосновые и березовые, выше расположены субальпийские луга. Бассейн реки Сунжа, большая часть которого расположена в Чеченской Республике, стал эпицентром ряда ключевых событий постсоветской истории России, сочетающих вооруженные конфликты, территориальные споры и процессы восстановления, исходя из чего были выделены временные этапы исследования: доконфликтный (1992-1994 гг.), активного вооруженного конфликта (1995-2002 гг.), постконфликтный (2003-2020 гг.).

РАЗДЕЛ 4. АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ РЕГУЛИРУЮЩИХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ БАСЕЙНОВ РЕК В РАЗРЕЗЕ ПОСТКОНФЛИКТНЫХ УСЛОВИЙ

Пространственно-временной анализ ключевых регулирующих экосистемных услуг в бассейне реки Эль-Аси (Оронт). В бассейне реки Эль-Аси (Оронт) была проанализирована экосистемная услуга регуляция лесного покрова

(рис. 3), депонирование углерода (рис. 4); обеспечение пресной водой (рис. 5), снижение риска наводнений (рис. 6).

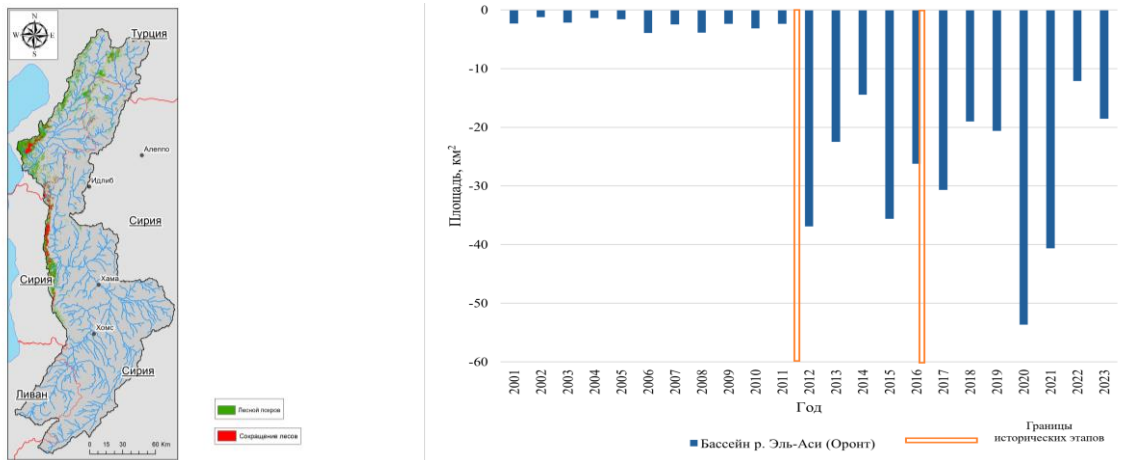


Рис. 3 – Динамика сокращения площади лесов в бассейне реки Эль-Аси (Оронт), 2001-2023 гг.

Наибольшее сокращение лесных массивов наблюдается в мухафазах Хама, Идлиб (Сирия) и Хатай (Турция). Анализ данных демонстрирует выраженную связь между динамикой сокращения площади лесов в бассейне реки и периодами вооруженного конфликта, где в доконфликтный период (2001-2010 гг.) наблюдались относительно стабильные и низкие показатели, в то время как период активного вооруженного конфликта (2011-2016 гг.) характеризуется существенным увеличением темпов сокращения лесов, достигающих пиковых значений, а в постконфликтный период (2017-2023 гг.) прослеживается неравномерная динамика с колебаниями и тенденцией к снижению.

Модель InVEST оценивает текущее количество углерода, хранящегося в ландшафте, и оценивает количество депонированного углерода с течением времени. Общее количество запасенного углерода в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) за период 1992-2020 гг. представлено на рисунке 4.

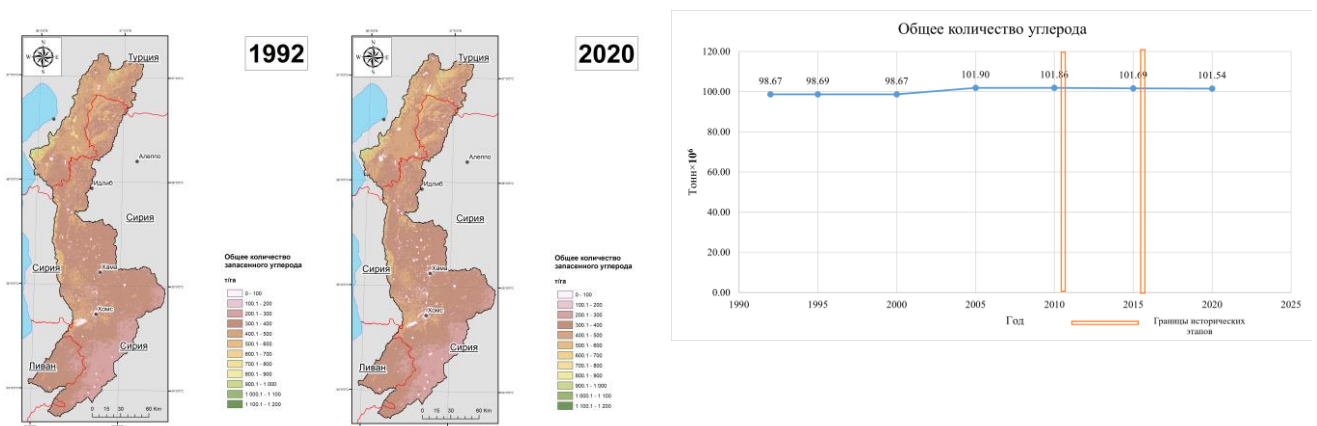


Рис. 4 – Пространственно-временной анализ депонирования углерода в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) за период 1992-2020 гг.

Экосистемная услуга имеет наибольшие запасы на северо-западе Сирии, и северной части бассейна – территории Турции, где преобладают лесные экосистемы. В то же время засушливые и полусухие районы Сирии (Хама, Хомс) демонстрируют меньшие значения.

Услуга обеспечение пресной водой оценивает среднегодовой объём стока на основе взаимосвязи между климатическими факторами, физико-географическими характеристиками бассейна и антропогенными воздействиями (рис.5.).

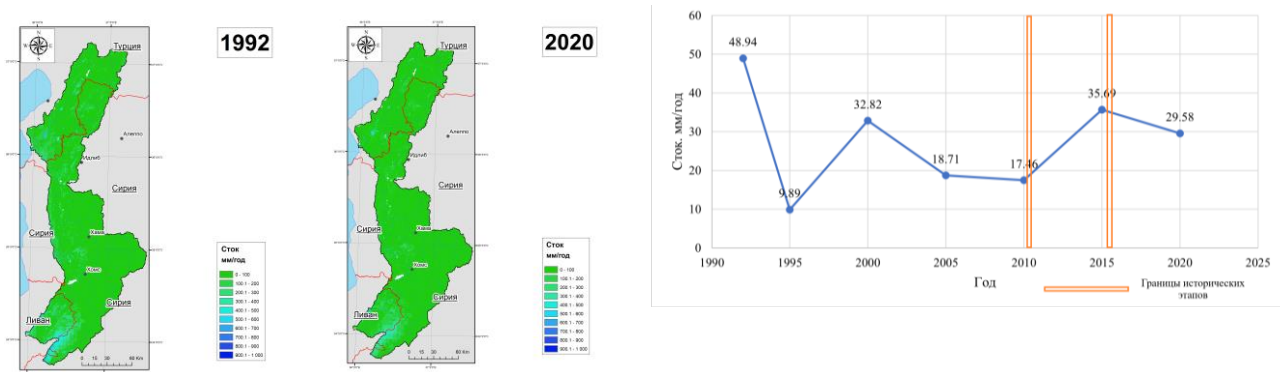


Рис. 5 – Пространственно-временной анализ обеспечения пресной водой в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) за период 1992-2020 гг.

Анализ динамики показателя экосистемной услуги обеспечение пресной водой выявляет неопределенный характер на протяжении всего рассматриваемого периода. Падение показателя в 1995 году объясняется уменьшением осадков и сокращением количества леса. Также наблюдается увеличения показателя в течении двух периодов в следствии увеличения количества осадков и сокращения количества возделываемых земель. Динамика экосистемной услуги является следствием фоновых долгосрочных изменений факторов внешней среды и косвенно зависит от краткосрочных экстремальных событий, таких как вооруженные конфликты.

В рамках исследования был проведен анализ динамики экосистемной услуги – снижения риска наводнений за период 1992-2020 гг. Результаты представленные на рисунке 6.

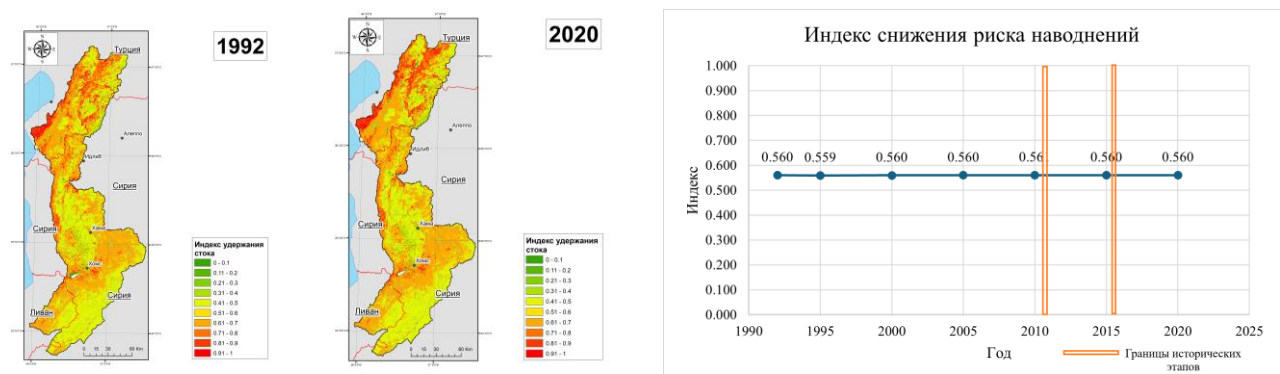


Рис. 6 – Пространственно-временной анализ индекса снижения риска наводнений в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) за период 1992-2020 гг.

Анализ динамики экосистемной услуги показывает наиболее высокие значения (0,7-1,0) на северо-западной Сирии и северной части бассейна, где сохранились лесные массивы и естественная растительность, тогда как минимальные показатели (0-0,3) зафиксированы в засушливых равнинных областях центральной Сирии (районы Хамы и Хомса). Анализ выявляет стабильность показателя.

В бассейне реки Сунжа была проанализирована экосистемная услуга регуляция лесного покрова (рис. 7), депонирование углерода (рис. 8); обеспечение пресной водой (рис. 9), снижение риска наводнений (рис. 10).

В бассейне Сунжи картографический анализ выявил очаговую деградацию лесных массивов, преимущественно сосредоточенную в предгорных и горных районах южной и юго-восточной части бассейна, а также вдоль отдельных речных долин. Постконфликтный период (2003-2020 гг.), для которого имеются фактические данные, демонстрирует снижение интенсивности сокращения лесного покрова.

Проведен анализ регулирующей экосистемной услуги – депонирование углерода, за период с 1992 по 2020 гг. Пространственное распределение запасенного углерода в бассейне реки Сунжа за период 1992-2020 гг. представлено на рисунке 8.

В бассейне реки Сунжа, наиболее высокий уровень секвестрации углерода наблюдается в районах с густой растительностью. Анализ динамики выявляет отсутствие выраженной связи между антропогенным воздействием и динамикой экосистемной услуги.

Моделирование экосистемной услуги обеспечение пресной водой в бассейне реки Сунжа представлены на рисунке 9.

Анализ экосистемной услуги обеспечение пресной водой выявил пространственную дифференциацию – максимальные значения стока характерны для лесных предгорных районов, минимальные – равнинные сельскохозяйственные территории. В доконфликтный период, ландшафты демонстрировали наивысшую функциональную эффективность. Фаза активного вооруженного конфликта стала периодом падения регулирующей услуги. В постконфликтный период наблюдается восстановление показателя с последующим снижением.

В ходе исследования анализируется динамика способности ландшафтов снижать риск наводнений, результаты представленные на рисунке 10.

В ходе анализа индекса снижения риска наводнений в бассейне реки Сунжи за период 1992-2020 гг. была выявлена пространственно-временная дифференциация с максимальным значением индекса, характерным для лесных массивов предгорных районов, где сохраняется естественная растительность. Минимальные показатели зафиксированы в интенсивно сельскохозяйственных равнинных территориях и урбанизированных зонах, что обусловлено высокой антропогенной нагрузкой.

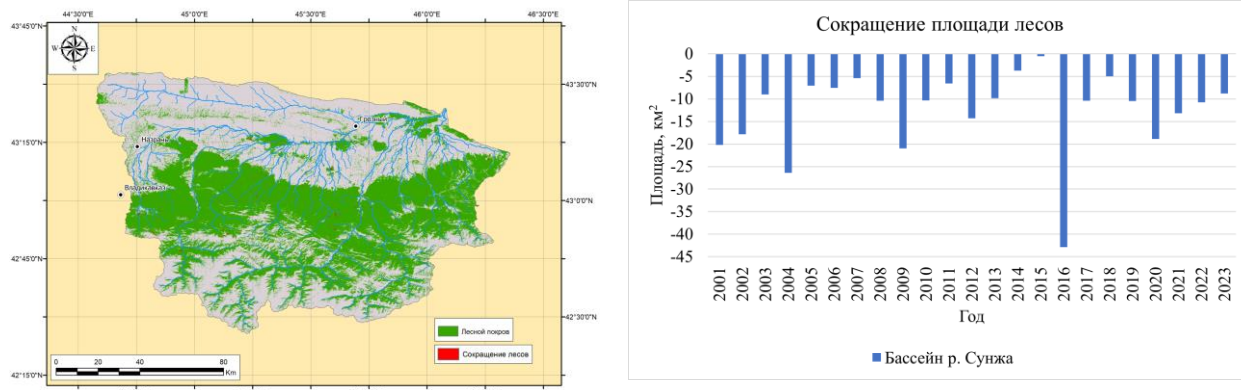


Рис. 7 – Динамика сокращения площади лесного покрова в бассейне реки Сунжа, 2001-2023 гг.

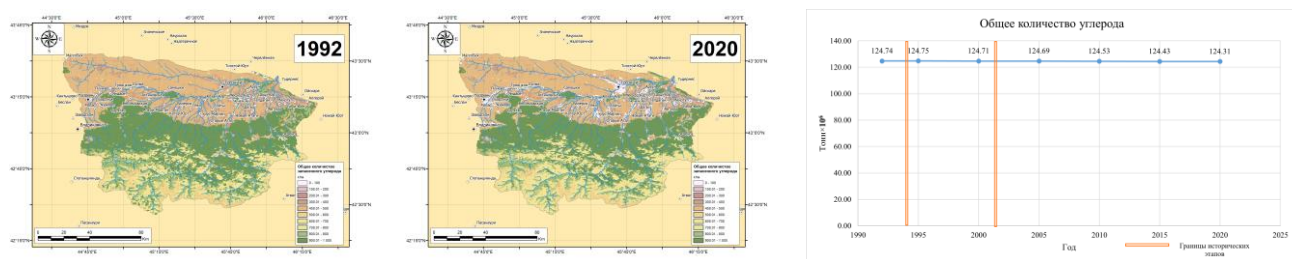


Рис. 8 – Пространственно-временной анализ депонирования углерода в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) за период 1992-2020 гг.

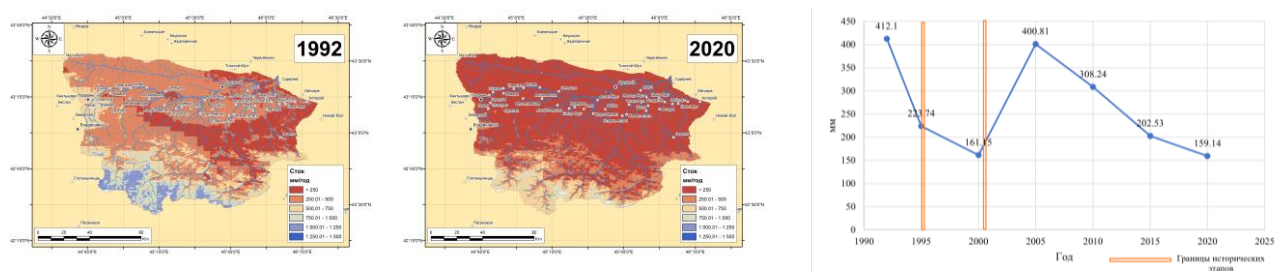


Рис. 9 – Пространственно-временной анализ показателя обеспечения пресной водой в пределах бассейна реки Сунжа за период 1992-2020 гг.

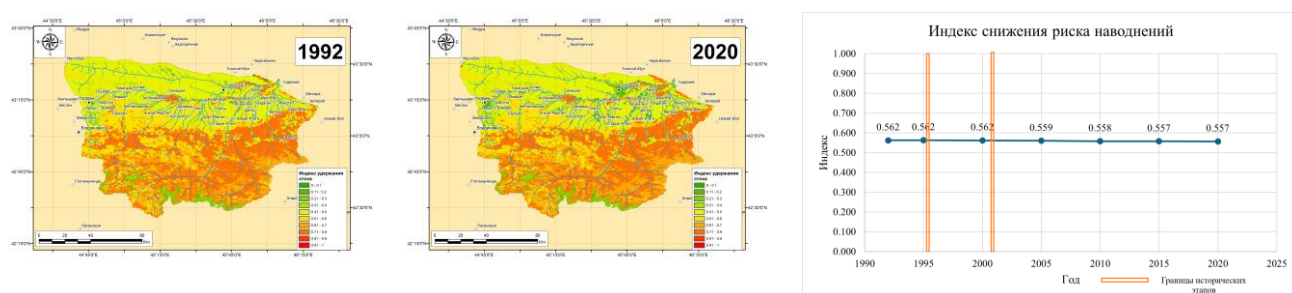


Рис. 10 – Пространственно-временной анализ индекса снижения риска наводнений в бассейне реки Сунжи за период 1992-2020 гг.

Изменение показателей экосистемных услуг в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) и в бассейне реки Сунжа. На основе проведенного пространственно-временного анализа регулирующих экосистемных услуг в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) в разрезе трех исторических этапов можно заключить, что наиболее

значительным изменениям в период активного вооруженного конфликта (2011-2016 гг.) и в постконфликтный период (2017-2020 гг.) подверглась услуга регуляции лесного покрова, о чем свидетельствуют показатели сокращения лесных площадей в период активного вооруженного конфликта. В бассейне реки Сунжа наиболее значительным изменениям в период активного вооруженного конфликта (1996-2002 гг.) и в постконфликтный период (2003-2020 гг.) подверглась услуга обеспечение пресной водой, о чем свидетельствуют падение показателя стока в фазу активного конфликта с последующим неустойчивым характером восстановления.

РАЗДЕЛ 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

На основе проведенного пространственно-временного анализа регулирующих экосистемных услуг бассейна реки Эль-Аси (Оронт) были разработаны рекомендации для всех исследуемых экосистемных услуг, исходя из степени их трансформации. Установлено, что регуляция лесного покрова, продемонстрировавшая связь с фазами вооруженного конфликта через прогрессирующее сокращение площадей, требует первоочередных мер восстановления, таких как: Разработка и реализация межгосударственной программы лесовосстановления, учитывая трансграничный характер бассейна. Интеграция экосистемного и бассейнового подхода в планирование землепользования. Секвестрация углерода, находящаяся в состоянии стабильности общих запасов, нуждается в активных действиях по наращиванию потенциала. Также были разработаны рекомендации для всех исследуемых экосистемных услуг бассейна реки Сунжа. Исходя из анализа регулирующих экосистемных услуг, выявившего наиболее значительное изменение услуги обеспечения пресной водой, рекомендации по устойчивому развитию территории сфокусированы на первоочередном восстановлении водного баланса: Разработка и принятие целевой бассейновой программы восстановления гидрологического режима реки Сунжа. Создание трансграничной системы мониторинга и управления водными ресурсами. Организация постоянного мониторинга гидрологического режима и эффективности восстановительных мероприятий с использованием ГИС-технологий и дистанционного зондирования.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в исследовании, формулируются выводы, основанные на проведенных исследованиях и полученных результатах.

1. Концепция экосистемных услуг, сформировавшаяся в конце XX века, трактуется как совокупность материальных и нематериальных благ, извлекаемых человеком из функционирования экосистем, с акцентом на их роль в поддержании социально-экономического благополучия и экологической устойчивости. В первом разделе были систематизированы научные представления об экосистемных услугах, особое значение придается регуливающим экосистемным услугам, определенным в Стратегии сохранения биоразнообразия России как особо важных,

так как они имеют фундаментальную роль в стабилизации экологических условий, что создает основу для предоставления всех прочих категорий экосистемных услуг и напрямую влияет на благосостояние человека. Анализ классификационных подходов (МЕА, ТЕЕВ, CICES и др.) выявил методологические различия в акцентах: зарубежные системы ориентированы на выгоды для человека, тогда как отечественные подчеркивают функциональную целостность природных систем и последствия их деградации. Это различие релевантно для постконфликтных ландшафтов, где антропогенные нарушения (беллигеративные формы рельефа, загрязнение, разрушение инфраструктуры) вызывают изменения или утрату экосистемных услуг.

2. Впервые выявлены ключевые регулирующие экосистемные услуги бассейнов рек: регуляция лесного покрова, депонирование углерода, обеспечение пресной водой, снижение риска наводнений, для которых была разработана методика комплексного анализа регулирующих экосистемных услуг. Представленный перечень ключевых регулирующих экосистемных услуг обеспечивает комплексное отображение функционирования речных бассейнов, охватывая их ключевые экологические, гидрологические и биохимические процессы. Методика анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг представляет собой интегративный подход, сочетающий современные ГИС-технологии, дистанционное зондирование и полевые исследования.

3. Уточнены физико-географические и исторические характеристики бассейнов рек. Бассейн реки Эль-Аси (Оронт) характеризуется выраженной трансграничностью (распределение: Сирия 69%, Турция 23%, Ливан 8%), сложным геоморфологическим строением с экстремальным перепадом высот (от -3.2 м до 3250 м), преобладанием горного рельефа (средний уклон 5.86°, максимальный >50°), средиземноморским климатом с тенденцией к аридизации и учащением экстремальных засух, а также высокой пространственной неоднородностью почвенного покрова (доминирование маломощных ксероморфных почв – Xerorthents, Xerochrepts) и растительности, что в сочетании с интенсивным антропогенным использованием водных ресурсов (орошение >350 тыс. га) и длительным вооруженным конфликтом (с 2011 г.) обусловило критическую уязвимость его регулирующих экосистемных услуг, особенно в зонах активных боевых действий. Бассейн реки Сунжа отличается выраженной трансграничностью (распределение: Чеченская Республика 66%, Республика Ингушетия 22,9%, Республика Северная Осетия-Алания 4,5%, Республика Дагестан 0,8%), сложной морфоструктурной организацией с экстремальным перепадом высот (от 27 м до 4464 м), преобладанием горного рельефа (средний уклон 9.4 м/км, максимальный >75°), континентальным климатом с тенденцией к потеплению (+0.3-0.4°C/декаду) и учащением экстремальных паводков, а также высокой пространственной дифференциацией почвенного покрова (доминирование каштановых и бурых лесных почв) и растительности, что в условиях интенсивной антропогенной нагрузки (и последствий вооруженных конфликтов (1994-2009 гг.)) обусловило значительную деградацию его гидроэкологических функций, особенно в зонах активного хозяйственного освоения.

4. Результаты комплексного исследования пространственно-временного анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг в бассейнах рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжа, позволили выявить закономерности трансформации ландшафтов под влиянием природных и антропогенных факторов. Анализ динамики регулирующих экосистемных услуг в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) выявил выраженную пространственно-временную дифференциацию их трансформации под воздействием антропогенных и природных факторов: наиболее значительное изменение зафиксировано у услуги по регулированию лесного покрова, которая продемонстрировала связь с фазами вооруженного конфликта и требует первоочередных мер по восстановлению, в то время как услуга снижения риска наводнений и депонирование углерода сохранили относительную устойчивость, а обеспечение пресной водой показывает неопределенную тенденцию, обусловленную комплексом природно-антропогенных факторов. Пространственно-временной анализ показал, что среди регулирующих экосистемных услуг бассейна реки Сунжа наиболее значительному изменению подверглась услуга по обеспечению пресной водой. Об этом свидетельствует резкое падение стока в период конфликта и его последующий неустойчивый характер восстановления. Услуга регуляции лесного покрова демонстрирует продолжающуюся снижающуюся тенденцию, а депонирование углерода и снижение риска наводнений проявили относительную устойчивость. Таким образом, обеспечение пресной водой требует первоочередных мер по восстановлению.

5. На основании проведенного анализа ключевых регулирующих экосистемных услуг бассейнов рек Эль-Аси (Оронт) и Сунжа, выявившего их динамику в условиях вооруженных конфликтов, впервые сформулированы рекомендации по устойчивому развитию данных территорий. Для бассейна реки Эль-Аси, где конфликт оказал наиболее значительное воздействие, установлена зависимость между фазами вооруженного противостояния и прогрессирующего уменьшения экосистемной услуги – регуляция лесного покрова, что требует безотлагательных мер по ее восстановлению. Важной становится разработка межгосударственной программы лесовосстановления с координацией усилий Сирии, Турции и Ливана, направленной на создание «зеленого пояса» и внедрение бассейнового подхода в планирование землепользования. Несмотря на относительную стабильность общих запасов углерода, необходимы активные действия по сохранению существующих углеродоемких экосистем и наращиванию потенциала депонирования через целевое лесовосстановление. Значительная пространственно-временная изменчивость в обеспечении пресной водой диктует необходимость комплексного управления водосборными площадями, включая инженерно-экологическое обустройство территории и создание эффективного механизма трансграничного водного сотрудничества. Услуга снижения риска наводнений, проявившая относительную устойчивость, должна поддерживаться через сохранение буферных экосистем и развертывание совместной системы мониторинга и раннего предупреждения. Применительно к бассейну реки Сунжа рекомендации сфокусированы на восстановлении водного баланса, который претерпел наиболее значительные изменения. К первоочередным мерам отнесены

разработка целевой бассейновой программы и создание трансграничной системы мониторинга водных ресурсов. Тенденция к снижению площади лесного покрова определяет необходимость усиления охраны существующих лесов, создания экологических коридоров и внедрения устойчивого лесопользования для восстановления их водорегулирующих функций. Для услуги депонирования углерода, также показавшей устойчивость, ключевой задачей является не только сохранение, но и наращивание углеродных пулов через приоритетную охрану высокопродуктивных экосистем и содействие естественному лесовосстановлению. Поддерживающие меры для услуги снижения риска наводнений включают совершенствование системы мониторинга и прогнозирования на основе современных геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования. Таким образом, реализация предложенных рекомендаций, основанных на выявленной динамике экосистемных услуг, будет способствовать достижению экологической стабильности и устойчивому развитию исследуемых бассейнов в постконфликтный период.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук:

1. **Никифорова, А. А.** Анализ основных морфометрических характеристик водосборного бассейна реки Эль-Аси (Оронт) / А. А. Никифорова, В. А. Табунщик // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2025. – Т. 11, № 2. – С. 153-167.
2. **Никифорова, А. А.**, Изменения концентрации озона (O₃) в Сирии в 2018-2024 гг.: роль конфликта и экологические последствия / А.А. Никифорова, В. А. Табунщик, А. В. Дрыгваль // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2025. Т. 11, № 2. С. 161-169. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82517121>
3. Табунщик, В. А. Динамика типов наземного покрова в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) в 2017-2022 гг. / В. А. Табунщик, **А. А. Никифорова**, Н. П. Линева, Н. Ю. Мирзоева, Г. С. Черный, И. А. Керимов, Л. Ш. Махмудова, З. Ш. Гагаева, Я. О. Андрончик // Биоразнообразие и устойчивое развитие. — 2023. — Т. 8, № 3. — С. 40-55. — <https://doi.org/10.21072/eco.2023.27.04>

Статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в реферативной базе Web of Science / SCOPUS:

1. Kashirina, E. Spatial Distribution of Geochemical Anomalies in Soils of River Basins of the Northeastern Caucasus / E. Kashirina, R. Gorbunov, I. Kerimov, T. Gorbunova, P. Drygval, E. Chuprina, **A. Nikiforova**, N. Lineva, A. Drygval, A. Kelip, C. Pham, N. Bratanov, // Geosciences. 2025 — 15(10), 380. <https://doi.org/10.3390/geosciences15100380>

2. Tabunshchik, V. Delineation and Morphometric Characterization of Small- and Medium-Sized Caspian Sea Basin River Catchments Using Remote Sensing and GISs / V. Tabunshchik, P. Dzhambetova, R. Gorbunov, T. Gorbunova, **A. Nikiforova**, P. Drygval, I. Kerimov, M. Kiseleva // *Water*. — 2025. — Vol. 17, iss. 5. — Art. no. 679. — 47 p. — DOI: 10.3390/w17050679.

3. Tabunshchik, V. Uncovering Anthropogenic Changes in Small- and Medium-Sized River Basins of the Southwestern Caspian Sea Watershed: Global Information System and Remote Sensing Analysis Using Satellite Imagery and Geodatabases / V. Tabunshchik, **A. Nikiforova**, N. Lineva, R. Gorbunov, T. Gorbunova, I. Kerimov, A. Nasiri, C. N. Pham // *Water*. — 2025. — Vol. 17, iss. 13. — Art. no. 2031. — 50 p. — DOI: 10.3390/w17132031.

4. Гуня, А. Н. Ландшафтно-геоэкологический каркас бассейна реки Сунжа / А. Н. Гуня, И. А. Керимов, У. Т. Гайрабеков, **А. А. Никифорова** // *Устойчивое развитие горных территорий*. — 2024. — Т. 16, № 4(62). — С. 1450–1459. — DOI 10.21177/1998-4502-2024-16-4-1450-1459. — EDN: JCOZOC.

5. Tabunshchik V., **Nikiforova A.**, Lineva N., Drygval P., Gorbunov R., Gorbunova T., Kerimov I., Pham C. N., Bratanov N., Kiseleva M. The Dynamics of Air Pollution in the Southwestern Part of the Caspian Sea Basin (Based on the Analysis of Sentinel-5 Satellite Data Utilizing the Google Earth Engine Cloud-Computing Platform) // *Atmosphere*. 2024. Vol. 15, iss. 11. Art. no. 1371 (34 p.). <https://doi.org/10.3390/atmos15111371>

В других изданиях:

1. **Никифорова, А. А.** Анализ актуальных экосистемных услуг бассейна реки на примере территории бассейна реки Сунжа (Россия) / А. А. Никифорова, В. А. Табунщик, Н. П. Линёва // *Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования: материалы II Междунар. науч. конф. (Грозный, 25 дек. 2024 г.)* / науч. ред. И. А. Керимов, Р. В. Горбунов. — Грозный: ГГНТУ, 2025. — С. 92–96. — DOI: 10.25744/v9145-4629-0762-z.

2. **Никифорова, А. А.** Пространственно-временная изменчивость типов наземного покрова в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) в 2017–2024 годах / А. А. Никифорова, В. А. Табунщик, Н. П. Линёва // *Космические технологии – 2025: сб. статей III Междунар. межведомств. науч.-техн. конф. (Москва, 4–6 июня 2025 г.)*. — Москва: Сфера, 2025. — С. 612–618. — URL: https://cosmos.mirea.ru/docs/posts_2025.pdf.

3. Табунщик, В. А. Пространственно-временная изменчивость поля содержания диоксида серы в юго-западной части водосборного бассейна Каспийского моря / В. А. Табунщик, **А. А. Никифорова**, Н. П. Линёва [и др.] // *Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования: материалы II Междунар. науч. конф. (Грозный, 25 дек. 2024 г.)* / науч. ред. И. А. Керимов, Р. В. Горбунов. — Грозный: ГГНТУ, 2025. — С. 114–116. — DOI: 10.25744/r7123-0331-6108-c.

4. Дрыгваль, П. В. Пространственно-временная изменчивость температуры воздуха в бассейнах рек водосбора Каспийского моря / П. В. Дрыгваль, А. В. Дрыгваль, Т. Ю. Горбунова, **А. А. Никифорова**, Р. В. Горбунов В. А. Табунщик, И. А. Керимов, М. В. Киселева // Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования : материалы I Междунар. науч. конф. (Севастополь, 25 окт. 2024 г.). – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2024. – С. 22–25. – URL: <https://elibrary.ru/mtbcwj>.

5. **Никифорова, А. А.** Оценка загрязнения атмосферного воздуха в бассейне реки Эль-Аси (Оронт) / А. А. Никифорова, В. А. Табунщик, Р. В. Горбунов, Т. Ю. Горбунова // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа : материалы XIV Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. уч. (Махачкала, 18–20 сент. 2024 г.). – Москва: ИИЕТ РАН, 2024. – Т. 14. – С. 501–506. – DOI: 10.25744/1.2024.58.26.075.

6. **Никифорова, А. А.** Анализ наземного покрова в бассейне р. Эль-Аси (Оронт) в 2021 г.: сравнение баз данных Esri Land Cover и ESA WorldCover / А. А. Никифорова, В. А. Табунщик, Т. Ю. Горбунова, Р. В. Горбунов // Материалы I Белорусского географического конгресса : в 7 ч. (Минск, 8–13 апр. 2024 г.). – Минск: БГУ, 2024. – Ч. 3: Цифровая реальность в геодезии, картографии и дистанционном зондировании Земли. Проблемы геологии. – С. 132–136. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/310904>.

7. Табунщик, В. А. Выделение границ водосборных бассейнов горных рек с использованием цифровых моделей рельефа: современное состояние и проблемы / В. А. Табунщик, П. М. Джамбетова, Р. В. Горбунов, Т. Ю. Горбунова, **А. А. Никифорова**, А. В. Дрыгваль, И. А. Керимов, М. В. Киселева. // Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования: материалы I Междунар. науч. конф. (Севастополь, 25 окт. 2024 г.). – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2024. – С. 69–73. – URL: <https://www.elibrary.ru/kunjho>.

8. Табунщик, В. А. Пространственно-временная изменчивость поля содержания диоксида азота в юго-западной части водосборного бассейна Каспийского моря / В. А. Табунщик, **А. А. Никифорова**, Н. П. Линёва [и др.] // Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования: материалы I Междунар. науч. конф. (Севастополь, 25 окт. 2024 г.). – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2024. – С. 74–77. – URL: <https://www.elibrary.ru/mmecxs>.