

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южный федеральный университет»

На правах рукописи



ДУН ИНАНЬ

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ПРИРОДНОГО БАЗИСА
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ КИТАЯ**

**Специальность 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика:
экономика природопользования и землеустройства**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, профессор
Лазарева Елена Иосифовна

Ростов-на-Дону – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	16
1.1 Эколого-экономическая оценка качества окружающей среды как природного базиса устойчивого развития территории: сущность и концептуально-категориальный анализ	16
1.2 Эволюция теоретико-методологических подходов к эколого-экономической оценке качества окружающей среды территории.....	36
1.3 Методы и инструменты реализации современного подхода к эколого-экономической оценке качества окружающей среды территории.....	51
2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ КИТАЯ.....	65
2.1 Качество окружающей среды территорий КНР как индикатор несовершенства его эколого-экономической оценки в системе обеспечения устойчивого пространственного развития.....	65
2.2 Формирование концептуальной модели системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территорий Китая на основе теории совокупной экономической стоимости (ценности) природы	81
2.3 Разработка методического инструментария эколого-экономической оценки структурных составляющих качества окружающей среды территории на основе косвенных/выявленных предпочтений пользователей.....	95
3 МОДЕЛЬ ХОЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ КИТАЯ..	115
3.1 Анализ оценок устойчивости траекторий развития территорий Китая на основе результатов эконометрического моделирования.....	115
3.2 Выявление готовности платить за повышение качества окружающей среды территорий с использованием гедонистического и контингентного инструментов диагностики предпочтений жителей.....	126
3.3 Оценка ценности городских зеленых зон: пространственно-взвешенный подход гедонического ценообразования.....	142
3.4 Идентификация ключевых направлений повышения устойчивости динамики развития территорий Китая на основе совершенствования инструментария эколого-экономической оценки качества окружающей среды	149
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	164
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	169
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	199

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования дефинируется современными вариативными тенденциями растущей нестабильности эколого-экономического развития стран (среди которых – Китайская Народная Республика) и территорий, инициируемые постоянными флуктуациями экономической ситуации под воздействием различного рода вызовов. Тренды нестабильности выдвигают на первый план урегулирование исключительно финансово-экономических проблем, оставляя «в хвосте» решение экологических дилемм (низкое качество накопленного природно-ресурсного потенциала и неразвитость механизма его конвертации в факторы инновационно-ориентированного развития национальной экономики, прогрессирующее загрязнение окружающей (естественной) среды, требующее все больших затрат на нейтрализацию загрязняющих эмиссий и работу с отходами производства / потребления), определяющих как эффективность хозяйствования, так и здоровье социума.

Смена сложившихся трендов, переход на траекторию устойчивого развития территориальных эколого-экономических систем требуют новационного системного осмысления эколого-экономических коллизий, разработки методологии и инструментария эколого-экономической оценки качества окружающей среды (далее – КОС), которые бы составили фундамент преобразований, нацеленных на достижение императивов устойчивости.

Многомерное качество окружающей среды является доминантным фактором, формирующим траекторию эколого-экономического развития территориальной системы. Стержневой трансформационной идеей является при этом взгляд на природные блага не только как на имеющий рыночную цену ресурс, обеспечивающий экономическую деятельность, но и более широкое видение их ценности (включающее оценку культурной, поддерживающей и регулирующей функций), формирующее, в частности, категорию «экосистемные услуги».

В аспекте охвата структурных составляющих качества окружающей среды при таком подходе обеспечивается системность (комплексность) оценки, интеграция в оценочный каркас параметрических характеристик, всесторонне определяющих потенциал КОС как природной основы устойчивого развития территории. В пространственном аспекте рассмотрение эколого-экономических проблем в системе «Макро – мезо (регион) – муниципальный уровень (город)» является ключевым условием разработки взаимосвязанных многоуровневых стратегий устойчивого развития территориальных систем.

Мониторинг применяемого на территориях Китая оценочного инструментария выявил его «узость», несоответствие требованиям системного подхода к измерению полной эколого-экономической ценности интегрального КОС территории, что актуализирует необходимость разработки и обоснования механизма, обеспечивающего полноценную

(холистическую) эколого-экономическую оценку качества окружающей среды территорий Китая.

Степень разработанности темы исследования. Исследовательская тематика концептов эколого-экономической оценки качества окружающей среды, рассматриваемого как природный базис устойчивой территориальной динамики достаточно обширна (экономическая оценка различного вида природных ресурсов, вопросы индикации устойчивости эколого-экономического развития, анализ эффективности природопользования, инструменты эколого-экономической политики).

Теоретико-методологические аспекты экономики устойчивого природопользования обоснованы в трудах Рюминой Е.А., Пахомовой Н.В., Бобылева С.Н., Хачатурова Т.С., Лазаревой Е.И., Кетовой Н.П., Хикса Дж. и др.

В научных работах российских и зарубежных авторов Захарова А.С., Гофмана К.Г., Медоуза Д, Овчинникова В.Н., Данилова-Данильяна В.М., Медведевой О.Е., Месаровича М., Мекуш Г.Е., Карлоса А.Р. и других представлены механизмы обеспечения устойчивости развития многоуровневых эколого-экономических систем.

В решение проблем структуризации качества окружающей среды как природной основы устойчивой территориальной динамики значимый вклад внесли исследования Гирусова Э.В., Косолаповой Н.А., Никонорова С.М., Моткина Г.А., Порфирьева Б.Н., Ярош О.Б., Диксона Д.А. и др.

Различные методы и инструменты эколого-экономической оценки качества окружающей среды рассматривают в своих исследованиях Кириллов С.Н., Чернова О.А., Магарил Е.Р., Садыкова Э.Ц., Михеева А.С., Думнов А.Д. и другие ученые. Исследования Адамса (Adams), Рэнделла (Randall), Бейтмана (Bateman), Тёрнера (Turner), Грина (Green), Бишопа (Bishop), Хафера (Hafer) и других авторов продемонстрировали, что методы внерыночной эколого-экономической оценки качества окружающей среды, прежде всего, методы непрямого / выявленного предпочтения пользователей, являются наиболее результативными.

Отмечая, что в данных и других работах обоснованы многообразные теоретические механизмы и практико-ориентированные инструменты эколого-экономической оценки КОС в системе обеспечения устойчивой территориальной динамики, подчеркнем недостаточность полученных результатов и, как следствие, неполную разработанность системного подхода к измерению полной эколого-экономической ценности интегрального КОС территории, наряду с актуальностью, определяющей выбор темы исследования.

Объект и предмет исследования. *Объектом* исследования является качество окружающей среды как природный базис устойчивого развития территорий Китая. *Предмет* – механизм эколого-экономической оценки качества окружающей среды как важная составляющая системы обеспечения устойчивого сбалансированного развития территорий Китая.

Научная гипотеза исследования исходит из предположения о ключевой роли эколого-экономической оценки качества окружающей среды в комплексе мер органов государственной власти на мезоуровне по формированию и реализации стратегии устойчивого развития территории и базируется на системном подходе к измерению полной экономической ценности природных ресурсов территории.

Цель и задачи исследования. *Целью* исследования является теоретико-концептуальное обоснование и разработка практико-полезного инструментария эколого-экономической оценки качества ключевых структурных компонент окружающей среды территории, а также формирование рекомендаций по его использованию для обеспечения траектории устойчивого развития территорий Китайской Народной Республики.

В рамках сформулированной цели диссертации были определены и решены в ходе исследования следующие задачи:

- выявить теоретико-методологические особенности актуальных подходов к определению и эколого-экономической оценке качества окружающей среды в контексте устойчивого развития территории;
- дополнить и уточнить категориальный аппарат в области эколого-экономического анализа КОС территории;
- аргументировать атрибуты аналитической категоризации элементов концепции системной эколого-экономической оценки КОС территории;

– предложить и обосновать концептуальный макет (схему) эколого-экономической оценки качества окружающей среды, основанный на системном подходе к измерению полной экономической ценности природных ресурсов территории;

– обосновать методический инструментарий нерыночной эколого-экономической оценки составляющих интегрального качества окружающей среды, сочетающий в себе модели пространственной эконометрики и оценочные модели непрямого / выявленного предпочтения пользователей;

– сформировать рекомендации по использованию инструментов системной эколого-экономической оценки КОС для обеспечения траектории устойчивого развития территорий Китая.

Область исследования. Исследование выполнено в рамках Паспорта специальности ВАК при Минобрнауки России 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика: экономика природопользования и землеустройства: п.9.2. Экономическая оценка земельных и иных видов природных ресурсов; п. 9.3. Устойчивость и эффективность социо-эколого-экономического развития. Система показателей устойчивого развития территорий; п. 9.11. Экологическая политика. Стимулирование экологизации экономики и повышения эффективности природопользования методами экономической политики.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют современные концепции известных ученых-экономистов, занимающихся

вопросами эколого-экономической оценки качества окружающей среды территории, а также исследующих проблематику особенностей формирования стратегии устойчивого развития экономических систем.

Автором в процессе исследования использован общенаучный исследовательский инструментарий: системный подход, концептуальное и эконометрическое моделирование, научная абстракция, субъектно-объектный, сравнительный, статистический анализ, типологизация, табличная и графическая интерпретация эмпирико-фактологических данных. Совокупность данных методов научного познания позволила достичь необходимого уровня фактологической достоверности и аргументированности выводов исследования. Обработка статистических данных, характеризующих уровень устойчивости развития китайских территорий, реализована с помощью программного продукта STATA, CiteSpace, R program, и MS Excel.

Информационно-эмпирическая и институционально-нормативная база исследования содержит статистические данные, нормативно-правовые, стратегические и программные документы органов власти различных стран, материалы международных экспертных и рейтинговых агентств. В диссертации использован широкий эмпирический массив, большое количество публикаций и аналитических данных, результаты авторских теоретических и практических исследований по теме исследования, что в результате позволило сконцентрировать внимание на

совершенствовании методологии и инструментария эколого-экономической оценки качества окружающей среды через призму рассмотрения его как природного базиса устойчивого развития территории.

На защиту выносятся следующие положения:

– стержневые теории эколого-экономической оценки качества окружающей среды на мезоуровне в контексте возросшего значения природных ресурсов как базиса устойчивого развития территориальных систем;

– концептуальные атрибуты пользовательских и экзистенциальных структурных компонент многомерного КОС территорий, определяющие выбор оценочных подходов;

– системно-методологический макет (концептуальная схема) полноценной оценки экономической стоимости КОС территорий Китая на основе теории совокупной экономической ценности природы, интегрирующий взаимосвязанные процедуры идентификации и качественно-количественного измерения ценности пользовательских и непользовательских (экзистенциальных) структурных компонент КОС;

– методический инструментарий нерыночной эколого-экономической оценки составляющих интегрального качества окружающей среды, сочетающий в себе модели пространственной эконометрики и оценочные модели непрямого / выявленного предпочтения пользователей;

– способы идентификации направлений повышения устойчивости

динамики развития территорий Китая на основе совершенствования инструментария эколого-экономической оценки КОС.

Научная новизна исследования заключается в обобщении и уточнении сущности и теоретико-концептуальных основ эколого-экономической оценки качества окружающей среды, представлении авторского видения принципов и инструментов системного оценочного подхода к измерению полной экономической ценности интегрального КОС как природного базиса устойчивого развития территории. Наиболее существенные научные результаты (элементы научной новизны), полученные лично соискателем:

1. Углублены на основе исследования понятийно-категориального аппарата и методологических основ научные представления об эколого-экономической оценке качества окружающей среды и его месте в системе устойчивого развития территории, состоящие в идентификации монетарной оценки как экономической меры состояния средовых структурных компонент, постоянно и неизменно обеспечивающих полноценные процессы воспроизводственного социо-эколого-экономического развития территории.

2. Дано концептуально-теоретическое доказательство принципа структуризации качества окружающей среды, гарантированно поддерживающего сбалансированно-воспроизводственное развитие территории – формулы инсталляции в эколого-экономический анализ

имеющих прямую и косвенную потребительную стоимость традиционных пользовательских природных ресурсов / благ (лесоматериалы, включая лекарственные растения, связывание CO_2 и водорегулирующие функции) и не поддающихся рыночной оценке экосистемных услуг (консервация экологического ресурса для возможного использования в будущем, ответственность перед потомками за сохранение природы), обладающих экзистенциальной ценностью.

3. Сконструирован сбалансированный системно-методологический макет (концептуальная схема) эколого-экономической спецификации качества окружающей среды территории в разрезе системного подхода к оценке полной экономической ценности природных ресурсов, интегрирующий в себе инструменты рыночной оценки пользовательских структурных компонент и инструментарий нерыночной эколого-экономической оценки непользовательских (экзистенциальных) средовых компонент.

4. Разработан и апробирован авторский методический инструментарий комплексной многопараметрической оценки экономической ценности структурных компонент качества окружающей среды территории на основе нерыночной идентификации и аналитики неявных (выявленных, заявленных) предпочтений пользователей, базирующийся на системе взаимосвязанных моделей пространственной эконометрики, гедонистического ценообразования и контингентного анализа.

5. Разработаны рекомендации по использованию методического инструментария системной эколого-экономической оценки структурных компонент качества природной среды для обеспечения траектории устойчивого развития территорий Китайской Народной Республики.

Теоретическая значимость исследования состоит в уточнении теоретико-концептуального представления об эколого-экономической оценке качества окружающей среды посредством рассмотрения ее принципов и инструментов системного оценочного подхода к измерению полной экономической ценности интегрального КОС как природного базиса устойчивого развития территории.

Полученные в результате исследования выводы и результаты развивают методологические основы и методы социально-экономической оценки природных ресурсов в целях совершенствования управления, а также могут применяться в учебном процессе при совершенствовании программ дисциплин «Экономика природопользования», «Управление экономикой устойчивого развития: стратегии, модели, ресурсы», «Экологический менеджмент», «Управление устойчивым развитием экосистем», «Современные стратегии природопользования» и т.д.

Практическая значимость работы состоит в разработке авторского методического инструментария системной эколого-экономической оценки структурных компонент качества окружающей среды территории на основе непрямого / выявленного предпочтения пользователей, а также

рекомендаций по использованию инструментария для обеспечения траектории устойчивого развития территорий Китайской Народной Республики.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Обоснованность и достоверность результатов проведенного исследования определяется логически обоснованным корректным применением комплекса методов научного исследования, объединенных целью, задачами и теоретико-методологической базой диссертации; применением в процессе исследования актуальных научных подходов и инструментов. Теоретические выводы работы в достаточной степени эмпирически подтверждены.

Ключевые тезисы и результаты исследования нашли полное отражение в научных публикациях, а также в докладах на научно-практических конференциях различного уровня в 2018-2024 гг. в городах Ростов-на-Дону, Москва, Красноярск. Апробация результатов исследования произведена на базе Nanyang City Water Conservancy Bureau, что подтверждено справкой о внедрении. Теоретико-методические наработки и содержащийся в тексте диссертации фактологический материал использованы при выполнении научного проекта РФФИ № 18-010-00594 по теме «Согласование государственно-частных интересов в управлении устойчивым развитием региона на основе экономико-математического моделирования». Концептуальные положения и методические разработки, содержащиеся в

работе, использованы в учебном процессе на факультете управления Южного федерального университета в рамках магистерской программы «Международный менеджмент».

Публикации. Основное содержание работы изложено в 13 публикациях, в том числе в: 4 статьях, опубликованных в изданиях, указанных в «Перечне рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы результаты диссертационного исследования на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук», входящих в перечень ВАК; 3 статьях в научных журналах, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и WoS; 5 публикациях в сборниках трудов конференций.

Структура и объем работы. Объем исследования составляет 212 страниц и включает в себя введение, 3 главы, состоящие из 10 параграфов, а также заключение, список использованной литературы из 215 наименований, 4 приложения.

1 ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

1.1 Эколого-экономическая оценка качества окружающей среды как природного базиса устойчивого развития территории: сущность и концептуально-категориальный анализ

С быстрым и энергичным развитием экономики неоспоримый императив существенного экономического роста усугубил деградацию окружающей среды, возрастающе негативно влияющую на все социально-экономические, жизнеобеспечивающие процессы и приоритизирующую трансформационный переход на траекторию устойчивого развития. Фокусом такой трансформации становится качество окружающей среды, адекватно-комплексная эколого-экономическая оценка которого чрезвычайно важна в ракурсе прояснения векторов и интенсивностей прямых и косвенных влияний КОС на систему жизнеобеспечения, экономическую деятельность и социальное развитие, тем самым способствуя реализации принципов устойчивого развития¹.

Учитывая глубокое воздействие на благополучие человека и экономический рост, монетарная оценка КОС является ключевой для

¹ Лазарева Е.И. Экологическая параметризация траекторий интеграционно-кластерной региональной политики инновационного роста // Экономика природопользования. – 2008. – № 3. – С. 71-85.

формулирования стратегии устойчивого развития территории и методологически базируется на интеграции теорий эколого-экономических оценок и устойчивости экономических трендов. Интеграционный подход позволяет выявить взаимодействия между экономической, социальной и экологической системами территории, предоставляя важные инсайты для принятия обоснованных управленческих решений и формирования стратегии устойчивого развития. Политики таким образом получают всестороннюю информацию, необходимую для понимания долгосрочных последствий эколого-экономических решений и содействующую переходу на устойчивый тип экономического развития на территориальном уровне.

Теория устойчивого развития территории подчеркивает координированное развитие экономики, процессов ресурсопользования и охраны окружающей среды. Согласованное развитие трех подсистем достигается путем синергии соответствующих неразрывно взаимосвязанных эколого-экономических решений. Одним из ключевых видов эколого-экономических решений, необходимых для формирования стратегии эколого-экономического развития территории, являются оценочные решения. Данное обстоятельство объясняется следующими двумя причинами. Первая заключается в том, что интегрированный подход, оценивая КОС при помощи экономического инструментария, обеспечивает учет этого качества в стратегии социально-экономического развития территории. Вторая причина состоит в комплексном измерении социо-эколого-экономической ценности

КОС, что создает основу его повышения в целях достижения целей устойчивого развития ООН 2030.

Определяющую роль для адекватного теоретико-методологического обоснования оценочных эколого-экономических решений и формирования на их основе устойчивой траектории играют три ключевые концепции – концептуальное видение качества окружающей среды, теория устойчивого развития и подход к территориальной эколого-экономической оценке. Данные концепции позволяют ответить на четыре фундаментальных вопроса. Как определяется качество окружающей среды и какова его структура? Какова связь между устойчивым развитием территории и эколого-экономической оценкой качества окружающей среды? Какой инструментарий позволяет сформировать комплексную (холистическую) эколого-экономическую оценку качества окружающей среды территории? Какие ключевые факторы дефинируют качество окружающей среды территории?

Что касается ответа на первый вопрос, то анализ актуальных научных исследований показывает, что под качеством окружающей среды следует понимать ее состояние, характеризуемое «физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью»². Качество окружающей среды выступает, с одной стороны, источником

² Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) Об охране окружающей среды (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024). URL: https://groro.rpn.gov.ru/upload/iblock/c36/1uqy3p77dfbriu9rca9zrwgryzezl9mk/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7_FZ-_red.-ot-25.12.2023.pdf (дата обращения 02.04.2024)

природных ресурсов для жизнедеятельности человека, с другой стороны, является приемником (ассимилятором) отходов производства и потребления.

Качество окружающей среды, как правило, рассматривается одноуровнево (как в территориально-пространственном ракурсе, так и в аспекте отдельных структурных составляющих), в рамках отдельных параметрических характеристик³. Отсутствует комплексная система индикаторов качества окружающей среды и показатели не интегрированы в процесс формирования стратегии устойчивого развития территории.

Предлагаемая нами методология комплексного многоуровневого анализа КОС территории базируется на понимании его как значимого природно-экологического ресурса, имеющего, как подчеркивал еще Д. Рикардо, экономическую ценность⁴. Оно, как и любой другой природно-экологический ресурс, имеет определенную структуру и может быть измерено с использованием количественных и / или качественных индикаторов (таких как индекс качества воздуха, индекс качества воды, уровни загрязнения почвы, биоразнообразии и т. д.).

Основные компоненты качества окружающей среды включают (рис. 1.1):

1. Качество атмосферы, характеризуемое уровнем концентрации различных загрязнителей.

³ Jiang X., Li G., Fu W. Government Environmental Governance, Structural Adjustment and Air Quality: A Quasi-Natural Experiment Based on the Three-Year Action Plan to Win the Blue Sky Defense War // Journal of Environmental Management. – 2021. – № 277. – P. 111470

⁴ Ricardo D. On the Principles of Political Economy and Taxation // J. Murray London. – 1911. – P. 2-5 <https://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/gclark/210a/readings/Ricardo.pdf>.

2. Качество водной среды, включая качество поверхностных и грунтовых вод.
3. Качество почвы, отражающее степень ее загрязнения и плодородия.
4. Качество (уровень) биоразнообразия и стабильности экосистем.
5. Качество работы с отходами, включающее уровень утилизации и переработки отходов, а также эффективность инфраструктуры обращения с ТКО.
6. Сохранение лесного потенциала, характеризуемое степенью сохранности лесных экосистем, их восстановлением и воспроизводством.

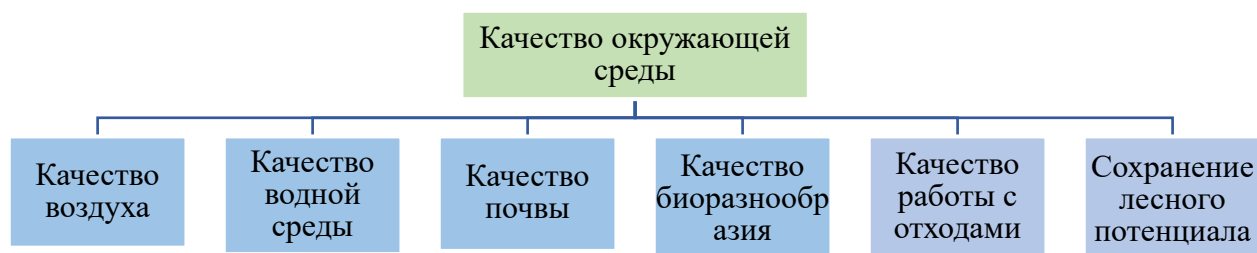


Рисунок 1.1 – Структура качества окружающей среды территории⁵

Многомерное качество окружающей среды является ключевым фактором, формирующим траекторию эколого-экономического развития территориальной системы. Экологическая устойчивость такой траектории может быть дефинирована как «балансирование удовлетворения текущих потребностей с сохранением возможности будущих поколений удовлетворять их собственные потребности», как «экологическая стратегия,

⁵ Составлен автором. Структура КОС согласуется с методикой расчёта комплексного показателя «Качество окружающей среды», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 03.04.2021 № 542.

способствующая комплексному развитию экономики, социума и окружающей среды, как траектория «повышения экологической культуры населения, рационального использования природных ресурсов и формирования осознанности охраны природы в интересах будущих поколений»⁶.

Резюмируя, устойчивое развитие территории следует определить, как процесс сбалансированно-воспроизводственного эколого-экономического развития, нацеленного на улучшение качества окружающей среды и эффективно-справедливое достижение стратегических (долгосрочных) экономических целей. Переход к экологически устойчивому типу экономического развития означает, в частности, смену набора ресурсов на основе качественных технологических и организационных изменений. В соответствии с репродуктивно-воспроизводственным подходом к эколого-экономической оценке КОС, акцент в котором сделан на трактовку КОС как квазисубъекта воспроизводственного процесса, как участника процесса восстановления природного равновесия⁷, часть экосистемных услуг имеет статус рыночной ценности, необходимой для жизни человека, и, как следствие, ее можно оценить по стоимости воспроизводства.

⁶ Kiyosov S. U. A Primary Factor in Sustainable Development and Environmental Sustainability Is Environmental Education // Caspian Journal of Environmental Sciences –2023. – No. 4. – P. 965-75.

⁷ Овчинников В.Н. Воспроизводственный подход к управлению устойчивостью развития природохозяйственных экосистем в новых реалиях / Овчинников В.Н., Кетова Н.П. // Journal of Economic Regulation. – 2022. – Т. 13. – № 4. – С. 99-107.

Исследования взаимосвязей между устойчивым экономическим развитием территории и эколого-экономическим оцениванием КОС носят фрагментарный (несистемный) характер и не учитывают пространственные характеристики территорий. Так, S.A.R. Khan с соавторами показал, что загрязнение окружающей среды негативно влияет на здоровье людей, что приводит к увеличению затрат государства на медико-санитарное обеспечение и оказывает отрицательное воздействие на устойчивость экономического роста⁸. Ряд других авторов в результате своих исследований сделали выводы об ухудшении КОС под влиянием растущих объемов энергопотребления; интенсификации экономического развития арктических стран и США⁹.

Преодоление ограниченности (одноуровневости) исследований качества окружающей среды и переход к их многоаспектности (многоуровневости) создает основу формирования комплексной стратегии устойчивого развития территории. В территориально-пространственном аспекте рассмотрение эколого-экономических проблем в системе «Макро – мезо (регион) – муниципальный уровень (город)» является ключевым условием разработки взаимосвязанных стратегий устойчивого развития

⁸ Khan S., Zhang Yu., Miller S. Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability // Business Strategy and the Environment. 2021.

⁹ Umar M., Ji X., Kirikkaleli D., Alola A. A. The Imperativeness of Environmental Quality in the United States Transportation Sector amidst Biomass-Fossil Energy Consumption and Growth // Journal of Cleaner Production. – 2021. – No.285. – P. 124863.

территориальных систем каждого уровня¹⁰. В аспекте охвата структурных составляющих качества окружающей среды обеспечивается системность (комплексность) оценки, интеграция в оценочный каркас параметрических характеристик, всесторонне определяющих потенциал КОС как природной основы устойчивого развития территории¹¹.

Многоуровневый подход к исследованию обогащает одноуровневые сценарные исследования траекторий устойчивого развития территории. Системная многоаспектная эколого-экономическая оценка КОС является неотъемлемой составляющей обеспечения всестороннего прогресса социо-эколого-экономического развития территории и создает, таким образом, надежную поддержку для выработки стратегии достижения целей устойчивого развития. Наблюдаемое в последние десятилетия возрастание интереса к эколого-экономической оценке качества окружающей среды демонстрирует осознание правительствами и гражданами важности перехода на траекторию устойчивого развития. Это, в свою очередь, требует разработки новых эффективных инструментов принятия решений, интегрирующих экологические, экономические и социальные аспекты устойчивости.

¹⁰ Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang B. An Environmental Impact Assessment of Economic Complexity and Energy Consumption: Does Institutional Quality Make a Difference? // Environmental Impact Assessment Review. – 2021. – No.89. – P.106603.

¹¹ Gulaliyev M.G., Muradov R. S., Hajiyeva L. A., Muradova H. R., Aghayeva K., Aliyev E. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality // Ekoloji Dergisi. –2019. – No. 107 – P. 5-7

Улучшение КОС и контроль загрязнения являются критическими для достижения целей устойчивого развития в территориальных системах Китая. Необходима новая территориальная политика, основанная на системной эколого-экономической оценке качества окружающей среды территорий.

Современные исследования в сфере оценки КОС в основном сфокусированы на анализе обеспечивающего функционала природных ресурсов. Так, коллектив авторов во главе с Guillermo с применением подхода жизненного цикла продукции осуществили эколого-экономический анализ обеспечивающей функции природных ресурсов с позиции промышленного производства, выявив взаимосвязь между ресурсопользованием и динамической устойчивостью производственных трендов¹².

Количество исследований, посвященных эколого-экономической оценке, весьма ограничено. Фокусом этих исследований являются оценки как промышленных, так и сельскохозяйственных воздействий на окружающую среду с учетом типа территории (городской или сельский)¹³. Yang S. и Kong X.¹⁴ реализовали согласованный эколого-экономический подход к статико-динамической оценке качества жилой среды урбанизированной территории оценили экологическую среду в сельских

¹² Guillermo V.V., Salgado J. C., Felipe A. D.A. Sustainability Indicators for the Assessment of Eco-Industrial Parks: Classification and Criteria for Selection // Journal of Cleaner Production. –2016. –No.133. –P.99-116.

¹³ Dou C. Zheng L., Wang W., Shabaz M., Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // Mathematical Problems in Engineering. – 2021. – P. 1566538.

¹⁴ Yang S., Kong X. Evaluation of Rural Tourism Resources Based on AHP-Fuzzy Mathematical Comprehensive Model // Mathematical Problems in Engineering – 2022. – P.7196163.

районах, показав ее значение для экономического развития.

Что касается оценочного инструментария, то в современной научной среде отсутствует консенсус по поводу преимуществ и недостатков отдельных методов (оценка рисков для человека и окружающей среды¹⁵, экологический след¹⁶, фреймворк «давление-состояние-реакция»¹⁷ и жизненный цикл¹⁸), применяемых для эколого-экономической оценки КОС¹⁹.

Можно отметить также некоторое расширение в последние годы исследуемых аспектов устойчивости, что оказывает влияние и на методологию эколого-экономической оценки качества окружающей среды территории. В эту методологию постепенно включаются такие аспекты, как возможности трудоустройства; социальное благосостояние и здоровье человека, экологические эффекты и другие результаты территориальной политики²⁰,²¹. Некоторые трактовки эколого-экономической оценки приведены в таблице 1.1.

¹⁵ Zhang W., Chang W. J., Zhu Z. C., Hui Z. Landscape Ecological Risk Assessment of Chinese Coastal Cities Based on Land Use Change // *Applied Geography*. – 2020. – No. 117. – P. 102174.

¹⁶ Matuščík J., Kočí V. What Is a Footprint? A Conceptual Analysis of Environmental Footprint Indicators // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – No.285. – P.124833.

¹⁷ Boori M.S., Choudhary K., Paringer R., Kupriyanov A. Eco-Environmental Quality Assessment Based on Pressure-State-Response Framework by Remote Sensing and GIS // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. – 2021. – No.23. – P. 100530.

¹⁸ Kamilė P., Monika S., Jolanta D. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Electric and Conventional Vehicles in Lithuania // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – No. 246. – P. 119042.

¹⁹ Loiseau E., Junqua G., Roux P., Bellon-Maurel V. Environmental Assessment of a Territory: An Overview of Existing Tools and Methods // *Journal of Environmental Management*. – 2012. – No.112. –P. 213-225.

²⁰ Bhalla A. S. *Environment, Employment and Development* International Labour Organization. –1992.

²¹ Mohamed A. H., Ahmed E. N., Fedekar F. M. Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risk // *American Journal of Water Science and Engineering*. – 2016. – № 3. – P.14-19.

Таблица 1.1 – Трактовки эколого-экономической оценки различными авторами²²

Авторы	Год	Трактовка
Green et al ²³	1990	Оценка экономической ценности экологических ресурсов как общественных благ
Green and Tunstall ²⁴	1991	Существует согласованность между экономической и экологической теориями ценности, индивидуальные предпочтения и готовность платить за экологические товары могут быть направлены на продолжение существования товаров в общем смысле, а ценность должна быть связана с отдельными объектами
Goodacre and McCabe ²⁵	2002	Экономическая оценка – это измерение двух важных экономических показателей: затрат и выгод
К.Г. Гофман и его школа ²⁶	2004	Эколого-экономическая оценка представляет собой интегративный подход, сочетающий стоимостную оценку природных ресурсов и экосистемных услуг с анализом эколого-экономических балансов и воспроизводства природно-ресурсного потенциала
Shafieian and Khiadani ²⁷	2020	Использование подхода, основанного на жизненном цикле, позволяет оценить экономическую ценность энергетической среды
Dou et al ²⁸	2021	Городская эколого-экономическая оценка – это скоординированная система оценки, которая объединяет весовые коэффициенты различных городских показателей, основанных на условиях жизни городского населения

²² Составлена автором

²³ Green C. H., Tunstall S. M., N'Jai A., Rogers A. Economic Evaluation of Environmental Goods // Project Appraisal. – 1990. – № 2. – P.70-82.

²⁴ Green C. H., Tunstall S. M. Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible // Journal of Environmental Management – 1991. – No.33. – P. 123-141.

²⁵ Goodacre S., McCabe C. An Introduction to Economic Evaluation // Emergency Medicine Journal: EMJ. – 2002. – No.19. – P. 198-201.

²⁶ Гофман К.Г. Разработка систем комплексной оценки природной части национального богатства / К.Г. Гофман, Е.В. Рюмина, А.А. Гусев, А.А. Голуб, Г.А. Моткин // Научный отчет Института проблем рынка РАН. 1992. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r92-0057.htm>

²⁷ Abdellah S., Mehdi K. Integration of Heat Pipe Solar Water Heating Systems with Different Residential Households: An Energy, Environmental, and Economic Evaluation // Case Studies in Thermal Engineering. – 2020. – No.21. – P. 100662.

²⁸ Dou C., Zheng L., Wang W., Shabaz M. Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // Mathematical Problems in Engineering. – 2021. –No. 1 – P. 1566538

Системность эколого-экономических оценок КОС может быть достигнута только с использованием соответствующего инструментария. В отличие от традиционно применяемых методов исключительно монетарного оценивания, необходимым становится инструментарий, результатом использования которого выступает многоаспектная эколого-экономическая оценка, учитывающая не только полную социально-экономическую ценность природно-экологического ресурса, но и пространственные характеристики территории. Концепция системной эколого-экономической оценки КОС территории отличается от традиционных концептуальных подходов увеличением степени скоординированности (согласованности) экологических и экономических управленческих решений путем учета новых функциональных параметров (экосистемные услуги, ресурсная эффективность и социальное благосостояние), что способствует приближению к целевым критериям межпоколенческой справедливости и долгосрочной устойчивости.

Качество окружающей среды, как и другие природно-экологические ресурсы территории относятся к категории товаров без четких рыночных цен, что требует специфических методов эколого-экономической оценки их социально-экономической ценности. В исследовании, обобщающем приоритеты концепции устойчивого развития указывается, что эта концепция предполагает доминантное применение исследовательских методов не только в глобальных / национальных масштабах, но и, прежде

всего, в территориальных (региональных) ²⁹. При этом требуется разработка конкретных процедур и оценочных методов, адаптированных к экологическим, социальным и экономическим условиям различных территорий. Ключевой целью эколого-экономической оценки КОС является всестороннее измерение его параметрических характеристик, формирующихся под воздействием экономических факторов. Основой такой оценки, как правило, является сопоставление стоимости затрат и выгод³⁰.

Концепция системной эколого-экономической оценки КОС территории интегрирует в себе концептуальное видение качества окружающей среды, теории устойчивого развития и эколого-экономической оценки, разрабатываемые в различных научных сферах (экономика, экология). Междисциплинарное объединение данных концепций позволяет усовершенствовать методологию эколого-экономической оценки КОС, сделать ее более системной с точки зрения формирования природного базиса устойчивого развития территории. Связано это с детально описанными взаимосвязями трех концептуальных элементов – теорий устойчивого развития территории, качества окружающей среды и эколого-экономической оценки КОС, раскрываемых не только через методологический анализ, но и через индикацию и выявление ключевых факторов.

²⁹ Carlos A. R. Sustainability and Sustainable Development: A Review of Principles and Definitions // *Science of The Total Environment*. –2021. – No.786. – P. 147481.

³⁰ Лазарева Е.И., Бугаян С.А. Инновационные экономические технологии государственного управления качеством окружающей среды в регионе // *Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление*. – 2016. – № 75. – P.19-24.

Аналитическая категоризация отдельных элементов концепции системной эколого-экономической оценки КОС территории, изучение их внутренних характеристик и исследование сложных связей между ними становятся возможными при обоснованной классификации концептуальных составляющих (рис.1.2). Концепция системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территории включает два основных структурных элемента – эколого-экономические концептуальные подходы и ценность экосистем для устойчивого развития. В рамках эколого-экономических концепций исследуются рынки, затраты, выгоды, экономический рост и экономическая политика. Конечная цель экономико-концептуального анализа – разработка многоуровневой эколого-экономической политики. Объектами исследований второго блока являются природная среда, природные ресурсы, экосистемы, загрязнение окружающей среды, природный капитал (природные активы как источники продуктов / услуг для благополучия человека и экономического прогресса³¹ и экологически устойчивое развитие³². Эта часть схемы отражает значимость экосистемных ценностей и необходимость их интеграции в экономические процессы.

³¹ Лазарева Е.И. Воспроизводственная функция человеческого и природного капитала в экономике устойчиво-инновационного развития: пути инсталляции в систему стратегического менеджмента // *Journal of Economic Regulation*. – 2018. – No.9. – С.124-133.

³² Лазарева Е.И. Теоретико-методологические принципы формирования стратегии экологически устойчивого воспроизводства на мезоуровне // *Научная мысль Кавказа*. – 2003. – No.5. – С.51-59.

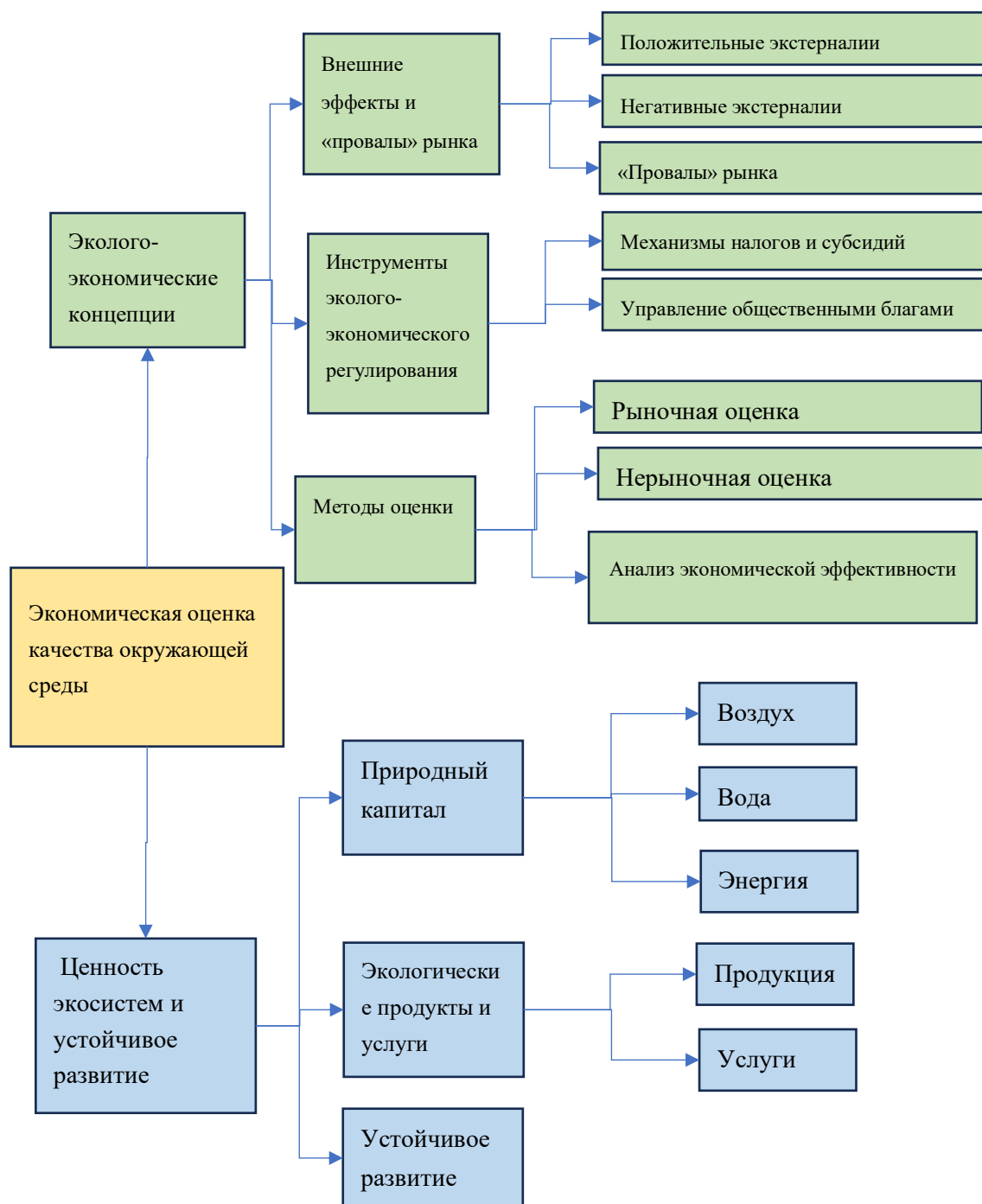


Рисунок 1.2 – Структурные элементы концепции системного эколого-экономического оценивания КОС территории³³

³³ Разработан автором

Понимание сути двух структурных составляющих системной концепции обеспечивает холистическую основу для анализа и оценки сложных взаимодействий между экологической и экономической подсистемами при формировании стратегической политики комплексного устойчивого экономического развития территории (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Взаимосвязи между экологической и экономической подсистемами как объект исследования в концепции системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территории³⁴.

В рамках эколого-экономических концепций комплексно раскрывается многогранный характер ценностей окружающей среды, охватывающий

³⁴ Составлен автором

экологические, социально-экономические и культурные измерения, сложную динамику экологических ценностей, затрат и выгод, распределения ресурсов и принятия решений³⁵. Экономические концепции предлагают различные методы и инструменты монетарной оценки экологических ценностей, включая рыночное ценообразование, контингентную оценку, метод стоимости поездки, методы превентивных затрат и эквивалентной замены. Эти инструменты облегчают как количественный, так и качественный анализ стоимости экологических ресурсов и услуг, тем самым закладывая прочный фундамент для формулировки политики и эффективного распределения ресурсов. В рамках экономических концепций разъясняются также ценностные атрибуты экологических ресурсов, приводящие к «провалам» оценки рыночными инструментами и необходимости разработки инструментария нерыночной эколого-экономической оценки качественных характеристик окружающей среды территории.

Концепция системного оценивания позволяет не только инсталлировать эколого-экономическую оценку КОС в процесс разработки стратегии устойчивого развития территории, но и выявить ключевые факторы, дефинирующие качество окружающей среды территории и, таким образом, обосновывающие наиболее эффективные мероприятия территориальной политики по достижению целей устойчивого развития. Это становится

³⁵ Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики // Азимут научных исследований: Экономика и управление. – 2016. – Т. 6. – № 4. – С. 150-154.

возможным благодаря качественно-количественной оценке прямых и обратных воздействий КОС на экономическую систему, что повышает точность, целенаправленность и эффективность управленческих решений, их согласованность. Таким образом, создается многогранный эколого-экономический каркас для устойчивого территориального менеджмента.

Многие ученые исследовали взаимосвязь между состоянием природных ресурсов территории и качеством окружающей среды. Так Irfan, Xue и их соавторы продемонстрировали в своих исследованиях, что интенсивное использование минеральных и энергетических ресурсов, разрушение таких природных ресурсов, как почва и леса, оказывают негативное воздействие на КОС, приводя к его ухудшению^{36,37}.

В рамках кейс-исследования по странам Юго-Восточной Азии обнаружено, что различные способы ресурсопользования приводят к различным воздействиям на КОС. Точно так же, группа ученых во главе с Muhammad выявила, что интенсификация использования энергетических ресурсов напрямую влияет на ухудшение качества окружающей среды. Оценка КОС может направлять на более эффективное использование

³⁶ Irfan K., Hou F., Le H. P. The Impact of Natural Resources, Energy Consumption, and Population Growth on Environmental Quality: Fresh Evidence from the United States of America // *Science of The Total Environment*. – 2021. – No.754. – P. 142222.

³⁷ Xue J., Rasool Z., Nazar R., Khan A. I., Bhatti S. H., Ali S. Revisiting Natural Resources - Globalization-Environmental Quality Nexus: Fresh Insights from South Asian Countries // *Sustainability*. – 2021. – Issue 13. – No. 8. – P. 4224.

энергетических ресурсов, тем самым способствуя достижению целей устойчивого развития³⁸.

Экономическая деятельность оказывает глубокое воздействие на КОС, имеющее два аспекта. С одной стороны, это негативное воздействие (например, массовое использование автомобилей приводит к нарастающему загрязнению воздушной среды)³⁹. С другой стороны, это позитивное воздействие (разработка и продвижение новых видов транспорта на основе альтернативных источников энергии (в частности, электромобилей), способствующее улучшению качества атмосферного воздуха)⁴⁰. Применение метода готовности автовладельцев платить за качество воздушной среды территории позволяет оценить государственную политику по стимулированию спроса на электромобили и дать рекомендации по ее совершенствованию⁴¹. Экономическая ценность качества водной среды территории, создающая основу экологической политики, может быть

³⁸ Muhammad W. Z., Saeed A., Zaidi S. A. H., Waheed A. The Linkages among Natural Resources, Renewable Energy Consumption, and Environmental Quality: A Path towards Sustainable Development // Sustainable Development. – 2021. – Issue 29. – No. 2. – P.353-362.

³⁹ Лазарева Е.И., Бугаян С.А. Инновационные экономические технологии государственного управления качеством окружающей среды в регионе // Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление. – 2016. – No. 75. – С.19-24.

⁴⁰ Лазарева Е.И., Геворгян А.А. Инновационные природосберегающие технологии «smart transport» в системе устойчивого управления мегаполисом // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – No. 2. – С. 21-28.

⁴¹ Lazareva E. I., Dong Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners // Innovative Trends in International Business and Sustainable Management Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance. – 2023. – P. 529-541, https://doi.org/10.1007/978-981-19-4005-7_57.

оценена с применением готовности жителей платить за восстановление городских внутренних рек⁴².

Анализ факторных исследований демонстрирует, что производственная деятельность промышленных компаний негативно влияет на качество окружающей среды (что требует ее экологического нормирования); технологические инновации и использование новых источников энергии, развитие экологической инфраструктуры могут улучшить КОС⁴³,⁴⁴. Немаловажным фактором, воздействующим на КОС, является и степень инновационной активности организаций территории, в большой степени дефинируемой инновационным потенциалом и поддержкой их руководителями идей концепции устойчивого развития⁴⁵.

Нацеленность на достижение целей устойчивого развития, на технические и концептуальные инновации, способствует повышению вклада предприятий в эффективное улучшение качества окружающей среды территории.

Теоретико-концептуальные подходы к эколого-экономическому оцениванию и анализу КОС территории прошли долгий эволюционный путь,

⁴² Dong Y., Lazareva E. I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China // *Water Economics and Policy*. – 2023. – Issue 09. – No. 03. – P. 2340010.

⁴³Sana U., I. Ozturk, Majeed M.T., Ahmad W. Do Technological Innovations Have Symmetric or Asymmetric Effects on Environmental Quality? Evidence from Pakistan // *Journal of Cleaner Production*. –2021. – No.316. – P. 128239.

⁴⁴ Pata U. K., Samour A. Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with the Load Capacity Factor // *Progress in Nuclear Energy*. – 2022. – No.149. – P. 104249.

⁴⁵ Dong Y., Lazareva E. I. Does Understanding the Sustainable Development Concept Affect the Leaders' Innovative Competencies? // *Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It: The Role of Leading Technologies and Responsible Innovations*. – 2024. – P.267-71.

сформировав различные оценочные алгоритмы и механизмы их встраивания в систему обеспечения устойчивого развития территории.

1.2 Эволюция теоретико-методологических подходов к эколого-экономической оценке качества окружающей среды территории

Эколого-экономическая оценка качества окружающей среды имеет богатую историю развития. Со временем теоретико-методологические оценочные подходы диверсифицировались, охватывая все больше структурных элементов КОС, переходя от простых к более сложным и всеобъемлющим методологиям. Благодаря эволюции эколого-экономическая оценка приобрела большую точность, строгость и эффективность в многопараметрическом теоретико-методологическом анализе качества окружающей среды территории.

Хронологически первоначальным методологическим подходом к эколого-экономической оценке КОС можно считать теорию потребительского излишка (19-й век), предполагающую дополнительную полезность, которую потребители получают от покупки товаров⁴⁶(рис. 1.4). Размер потребительского излишка, отражающего уровень благосостояния потребителей, меняется вместе с изменениями рыночных цен, что делает возможным его использование в качестве индикатора уровня полезности

⁴⁶ Lorin M. H., Brynjolfsson E. Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value // MIS Quarterly. – 1996. – P.121-142.

товара / услуги. Кроме того, теория потребительского излишка полагает, что масштаб излишка может эффективно измерять экономическое благосостояние потребителей, что делает его важным инструментом оценки эффективности экономической политики⁴⁷.



Рисунок 1.4 – Эволюция теоретических подходов к эколого-экономической оценке качества окружающей среды⁴⁸

Теория потребительского излишка эффективно устраняет ограничения традиционных методов оценки (таких, например, как стоимость замещения), тем самым устраняя разрыв между оценкой и реальной величиной

⁴⁷ Gabriela S., Pascoe S. Ecosystem Accounting: Reconciling Consumer Surplus and Exchange Values for Free-Access Recreation // Ecological Economics. – 2023. – No.212. – P.107905.

⁴⁸ Составлен автором

потребительского спроса ⁴⁹ . Являясь краеугольным камнем эколого-экономической оценки, теория потребительского излишка обеспечивает важную микроэкономическую основу для применения различных нерыночных методов оценки, а также обеспечивает большую научную достоверность результатов оценки ⁵⁰ , способствуя развитию оценочных технологий.

Например, согласно методике количественно дефинируемых компенсирующих изменений потребительского излишка, увеличение / уменьшение потребительского излишка (индикатора экономической ценности) указывает на экономические выгоды / потери, понесенные потребителями из-за изменений окружающей среды, и отражает их предпочтения в ракурсе улучшения ее качественных характеристик. Что может служить важным ориентиром для политических эколого-экономических решений^{51,52}.

Концепция маржинального анализа также как микроэкономический фундамент оказала глубокое влияние на область эколого-экономической

⁴⁹ Hayashi T. Willingness to Pay and Consumer Surplus // *Microeconomic Theory for the Social Sciences* – 2021. – P.99-110.

⁵⁰ Howard A. C., Malone J.W. Preservation Attitudes and Consumer Surplus in Free-Flowing Rivers // *Social Science and Natural Resource Recreation Management* – 2019. – P.301-317.

⁵¹ Banzhaf H.S. Consumer Surplus with Apology: A Historical Perspective on Nonmarket Valuation and Recreation Demand // *Annual Review of Resource Economics*. – 2010. – Issue 2. – No. 1. – P. 183-207.

⁵² Hojjat I., Samadi S., Isfahani R. D. The Welfare Cost of Inflation in Consumer Surplus and Compensating Variation Method: Case Study of Iran // *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. – 2013. – Issue 3. – No. 8. – P. 250-258.

оценки⁵³, заложив основу для более поздних методологических подходов⁵⁴. Согласно маржинальной теории, экономические агенты стремятся к максимизации прибыли (дохода) путем сравнения предельных выгод и предельных издержек, нацеленного на их равенство. Основанный на выполнении условия равенства принцип эффективного распределения ресурсов широко применим в решении задачи оптимизации (нахождения оптимума по Парето) распределения природно-экологических ресурсов, включая качество окружающей среды территории⁵⁵.

Еще одной фундаментальной концептуально-методологической основой эколого-экономического оценивания стали теория случайной полезности фон Неймана и Morgenштерна (ТСП) и базирующийся на ее постулатах оценочный подход случайного экспериментального выбора⁵⁶. Ключевая идея ТСП заключается в том, что полезность потребителей демонстрирует случайность в процессе принятия решений. Когда потребители сталкиваются с набором вариантов (J), их полезность для каждого варианта (j) можно выразить как:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (1.1)$$

⁵³ Elias M.-H., Campbell G. M., Sadhukhan J. Economic and Environmental Impact Marginal Analysis of Biorefinery Products for Policy Targets // *Journal of Cleaner Production*. – 2014. – No.74. –P.74-85.

⁵⁴ Machlup F. Marginal Analysis and Empirical Research // *The American Economic Review*. – 1946. – Issue 36. – No. 4. – P. 519-54.

⁵⁵ Stenis J. Environmental Optimisation in Fractionating Industrial Wastes Using Contribution Margin Analysis as a Sustainable Development Tool // *Environment, Development and Sustainability*. –2005. – Issue 7. – No. 3. – P. 363-376.

⁵⁶ Cascetta E. Random Utility Theory // *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*. – 2001. – P.95-173.

Где U_{nj} – детерминированная полезность, представляющая собой сумму V_{nj} (систематической оценки варианта решения j потребителем n) и ε_{nj} (случайной ошибки, отражающей субъективное случайное восприятие полезности потребителем). Поскольку ошибка ε_{nj} случайна, то и выбор потребителя также случаен. Подход рандомизированного экспериментального выбора изучает случайную полезность различных вариантов потребительской селекции, путем моделирования изменяющихся сценариев. Индивидуальная полезность следует определенному распределению вероятностей, и ее параметры можно определить посредством статистического анализа⁵⁷.

Готовность платить за изменение КОС может быть рассчитана с применением ТСП как стохастическая оценка её эколого-экономической ценности. Величина готовности платить в данном случае указывает на степень воздействия качества окружающей среды на индивидуальную случайную полезность параметрического выбора. Теория случайной полезности обеспечивает ценную теоретическую перспективу для оценки нерыночных ресурсов окружающей среды, повышая точность моделирования в ракурсе общественного восприятия полезности КОС⁵⁸.

⁵⁷ Haghani M., Bliemer M. C. J., Hensher D. A. The Landscape of Econometric Discrete Choice Modelling Research // Journal of Choice Modelling. –2021. – No.40. – P.100303.

⁵⁸ Nthambi M., Nonka M.-N., Wätzold F. Quantifying Loss of Benefits from Poor Governance of Climate Change Adaptation Projects: A Discrete Choice Experiment with Farmers in Kenya // Ecological Economics. – 2021. – No.179. – P.106831.

Все интенсивнее в ходе эволюции методологических подходов к эколого-экономическому оцениванию различных объектов / продуктов стала использоваться гедонистическая теория ценообразования, основная предпосылка которой состоит в изучении объекта / продукта через отдельные атрибуты («удовольствия») ⁵⁹. Фактически цена объекта / продукта представляет собой сумму его различных гедонистических свойств. В частности, цена продукта (P) может быть выражена как:

$$P = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.2)$$

где x_1, \dots, x_n - гедонистические характеристики продукта (качество, производительность, дизайн и т. д.).

В случае эколого-экономической оценки объекта / продукта в качестве одной из характеристик рассматривается качество окружающей среды ⁶⁰. Экономическая ценность экологических характеристик отражается в их премиальном влиянии на цены на объект (например, жилую недвижимость) ⁶¹.

Гедонистический подход доказал свою эффективность при оценке экономической ценности нерыночных ресурсов окружающей среды, таких как качество воздуха и ландшафт ⁶². Расширяя экономические принципы

⁵⁹ Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // Journal of Political Economy. –1974. –Issue 82. – No. 1. – P.34-55.

⁶⁰ Xiao Y. Hedonic Housing Price Theory Review // Urban Morphology and Housing Market. –2017. – P.11-40

⁶¹ Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6. – № 4 (21). – С. 150-154.

⁶² Ji L., Yuan C. Data Price Determinants Based on a Hedonic Pricing Model // Big Data Research. – 2021. – No.25. – P. 100249.

формирования экологической ценности, гедонистическая теория цен заполняет пробел, оставленный традиционными методами оценки в оценке экологических ресурсов, в том числе КОС.

Следующий важный для исследуемой сферы методологический подход – теория максимизации полезности, лежащая в основе оценочной концепции сравнительного анализа затрат и выгод. Основное предположение теории максимизации полезности (ТМП) заключается в том, что все экономические агенты стремятся максимизировать свою полезность⁶³. В рамках бюджетных ограничений потребители будут выбирать комбинацию товаров, которая оптимизирует их общую полезность, исходя из личных предпочтений. Это понятие формализуется следующим образом.

$$\text{Max } U(q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (1.3)$$

$$\text{s. t. } p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n = M \quad (1.4)$$

Где $U(q_1, q_2, \dots, q_n)$ – суммарная функция полезности потребителей при приобретении комбинации товаров, (q_1, q_2, \dots, q_n) ; p_i – цена товара i , M – бюджетное ограничение.

Решая задачу оптимизации, можно сделать выбор, максимизирующий полезность, для потребителей и производителей. Это обеспечивает важный инструмент для прогнозирования экономического поведения.

⁶³ Aleskerov F., Bouyssou D., Monjardet B. Utility Maximization, Choice and Preference // Springer Berlin Heidelberg. – 2007.

Максимизация полезности является ключевым принципом оптимизации распределения ресурсов окружающей среды. Анализ затрат и выгод основан на изучении затрат и полезностей, связанных с различными вариантами, и направлен на выбор варианта с наибольшей социальной полезностью⁶⁴. Для экологических инвестиций и природоохранных мер сравнение затрат и выгод имеет решающее значение для определения лучших решений. Полезность обычно выражается в денежной форме, включая полезность использования и полезность неиспользования ресурсов. В процессе максимизации полезности решающее значение имеют соображения эффективности и справедливости распределения ресурсов. Эта концепция обеспечивает теоретическую основу для разработки стратегий устойчивого развития⁶⁵. При экологической оценке необходимо оценить изменения в социальной полезности, возникающие в результате альтернативных вариантов действий. Концепция максимизации полезности продвигает экологическую оценку для улучшения социального благосостояния и обеспечивает теоретическую основу для использования результатов оценки для поддержки процесса принятия решений⁶⁶.

⁶⁴Herrnstein R. J., Loewenstein G. F., Prelec D., Vaughan W. Utility Maximization and Melioration: Internalities in Individual Choice // *Journal of Behavioral Decision Making*. – 1993. – Issue 6. – No. 3. – P.149-85.

⁶⁵ Ervin D., Wu J., Khanna M., Jones C., Wirkkala T. Motivations and Barriers to Corporate Environmental Management // *Business Strategy and the Environment*. – 2013. – Issue 22. – No. 6. – P.390-409.

⁶⁶ Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management. // *3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016 Proceedings*. – 2016. – С. 703-710.

Говоря непосредственно о дальнейшем развитии методологии эколого-экономической оценки КОС территории, следует выделить несколько этапов. Возникшая в США в 1960-х годах оценочная методология в основном сосредоточилась на оценке экономических потерь, вызванных загрязнением окружающей среды⁶⁷. Однако в 1970-х годах экономисты расширили свои исследования, включив в них методологию оценки экономической ценности природных ресурсов⁶⁸. В 1960-х и 1970-х годах основное внимание уделялось использованию методологии оценки затрат на сохранение и восстановительной стоимости, для измерения потерь от загрязнения окружающей среды⁶⁹. В 1980-е годы сфера оценки расширилась и включила анализ выгод от расходов на охрану окружающей среды, внимание было обращено на оценку использования природных ресурсов с применением методологии анализа затрат и выгод⁷⁰. В 1990-х годах теория сместилась к оценке экономической ценности природных ресурсов и экосистемных услуг, для чего были разработаны новые комплексные оценочные системы на основе методологии идентификации состояния и транспортно-путевых

⁶⁷ Atkinson S. E., Halvorsen R. The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities // Journal of Public Economics. – 1986. – Issue 29. – No. 3. – P.281-294.

⁶⁸ Hufschmidt M. M. Environment, Natural Systems, and Development: An Economic Valuation Guide // The Johns Hopkins University Press. – 1983. <https://www.osti.gov/biblio/6702119>.

⁶⁹ Daniel L. S., Shinkfield A. J. An Analysis of Alternative Approaches to Evaluation // Systematic Evaluation: A Self-Instructional Guide to Theory and Practice Evaluation in Education and Human Services. – 1985. – P. 45-68.

⁷⁰ Smith V. K. Nonuse Values in Benefit Cost Analysis // Southern Economic Journal. – 1987. – No. 1. – P.19-26.

расходов^{71,72}. В XXI веке постоянно происходила интеграция различных оценочных методологий, что привело к появлению новых систем, оценивающих экосистемные услуги, а также реализующих экологический учет⁷³. Кроме того, вопросы справедливости становятся все более важными и учитываются в этих оценках^{74,75}.

Со временем масштабы методологии эколого-экономической оценки продолжали расширяться. Переход от оценки потерь от загрязнения к системному оцениванию стоимости природно-экологических ресурсов сделал территориальную эколого-экономическую оценку КОС более комплексной и систематической.

На *первом* этапе (1960-1970-е годы) эколого-экономическая оценка КОС территории имела свои особенности. В этот период быстрая индустриализация привела к серьезному загрязнению окружающей среды, особенно воздушной и водной составляющих. Промышленные отходящие газы, сбросы промышленных и городских сточных вод стали основными источниками растущего уровня загрязнения, в том числе диоксидом серы,

⁷¹ Bateman I.J., Turner R. K. Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method // CSERGE Working Paper GEC. – 1992. – vol. 92.

⁷² Willis K. G., Garrod G. D. An Individual Travel-Cost Method of Evaluating Forest Recreation // Journal of Agricultural Economics. – 1991. – Issue 42. – No. 1. – P.33-42.

⁷³ Brown J., Fraser M. Approaches and Perspectives in Social and Environmental Accounting: An Overview of the Conceptual Landscape // Business Strategy and the Environment. – 2006. – Issue 15. – No. 2. – P.103-117.

⁷⁴ Kristin S.-F. Environmental Justice: Creating Equality, Reclaiming Democracy // Oxford University Press. – 2002.

⁷⁵ United States Environmental Protection Agency Environmental Equity Workgroup, Environmental Equity: Reducing Risk for All Communities: Report to the Administrator from the EPA Environmental Equity Workgroup, US Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation. – 1992. – vol. 2.

взвешенными твердыми частицами и нефтью. В результате ухудшение КОС как негативный внешний эффект экономического развития отражается в снижении урожайности сельскохозяйственных культур, уничтожении лесов, сокращении рыбных ресурсов и загрязнении водных источников. Ранние оценочные исследования на этом этапе были сосредоточены на количественной оценке экономических потерь, вызванных непосредственно наблюдаемыми негативными воздействиями на окружающую среду ⁷⁶. Например, это оценка экономических потерь, вызванных уничтожением лесов и снижением урожайности сельскохозяйственных культур из-за кислотных дождей, а также влияние загрязнения рек нефтью на рыболовство⁷⁷.

Результаты исследований сформировали основу для экономического анализа и разработки стандартов выбросов загрязняющих веществ, налогов на выбросы углерода и других инструментов экологической политики ⁷⁸. Однако исследования этого периода не учитывали косвенные экономические последствия загрязнения и не проводили комплексных оценок на территориальном уровне.

Ранние эколого-экономические оценки основывались главным образом на простой методологии анализа затрат на консервацию, восстановительной

⁷⁶ John F. H. A Survey of Environmental Dose Evaluations // Nucl. Saf. – 1968. – No.95. – P.383.

⁷⁷ Tuckerman A. Effect of Environmental Exposure on Adhesive-Bonded Structures // Symposium on Durability and Weathering of Structural Sandwich Constructions ASTM International. – 1960.

⁷⁸ Goetz A. A New Instrument for the Evaluation of Environmental Aerocolloids // Environmental Science & Technology. – 1969. – Issue 3. – No. 2. – P.154-160.

стоимости и потерь продукции, измеряющей экономические последствия изменений КОС путем сравнения фактических / гипотетических изменений в расходах на экономическую деятельность⁷⁹. Данная методология не позволяла напрямую измерять вариации уровня социального благосостояния, вызванные изменениями в КОС (что снижает точность получаемых оценок).

Второй этап эколого-экономической оценки (1980-е годы) продемонстрировал ключевую особенность, сместив акцент с измерения потерь, связанных с загрязнением, на оценку выгод от экологических расходов. Он включает в себя оценку затрат и выгод государственной экологической политики и проектов для определения чистой социальной выгоды, и обоснования решений правительства по инвестированию охраны окружающей среды с опорой на расширенную интерпретацию оценки с учетом широкого круга выгод от охранных мер, поддерживающую решения по обеспечению устойчивого природопользования. Однако метод прямого отражения воздействия на КОС через изменения полезности еще не полностью принят, а метод оценки относительно прост. Экологическая экономика все еще находится на ранних стадиях своего развития, что ограничивает понимание и моделирование экологических механизмов.

В методологии эколого-экономической оценки произошел значительный сдвиг к междисциплинарности и сравнительному анализу

⁷⁹ Klungboonkrong P., Taylor M. A. P. A Multicriteria Environmental Sensitivity Evaluation of the Urban Road Network: An Australian Case Study // WIT Transactions on The Built Environment. 1970. – No.26.

затрат и выгод проекта с целью отражения изменений в чистой полезности. Одним из методологических подходов является оценка вариации достижимой полезности из-за изменений в окружающей среде путем вычисления транспортно-путевых расходов, связанных с доступом к природному объекту. Аналогично, подход расходов на предотвращение личного риска⁸⁰ фокусируется в первую очередь на реакции функции полезности человека на изменения в окружающей среде. Оценка на этом этапе является ценным инструментом для интеграции политики охраны окружающей среды и экономического развития⁸¹. Например, методология «условной» оценки экономической ценности качества окружающей среды базируется на выявлении готовности людей платить за различные уровни КОС⁸².

На втором этапе эколого-экономическая оценка становится комплексной и много-инструментальной, что повышает надежность результатов и устраняет ограничения отдельных оценочных методологий. Переход к систематической, всеобъемлющей структуре открывает путь для развития стандартизированных систем эколого-экономической оценки.

⁸⁰ Goodland R., Ledec G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development // Ecological Modelling. –1987. –Issue 38. –no. 1–2. –P.19–46.

⁸¹ William H. R. Benefits, Costs, and Risks: Oversight of Health and Environmental Decision-making // Harvard Environmental Law Review. – 1980. –Issue 4. – P.191.

⁸² Louviere J. J. Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity // Journal of Transport Economics and Policy. –1988. –P.93–119.

На *третьем* этапе эколого-экономической оценки КОС (1990-е годы) акцент сместился на определение экономической ценности экосистемных услуг, интернализуя положительный вклад эндогенной среды. Основная цель оценки – предоставить информацию для принятия решений о распределении ресурсов и расходах, а также обеспечить экономическую основу для установления цен на ресурсы и механизмов экологической компенсации. Результаты оценки имеют прикладное значение при установлении платы за пользование природными ресурсами и формировании систем экологической компенсации. Например, плата за вход в национальные парки определяется на основе ценности экосистемных услуг, а политика компенсации за водно-болотные угодья разрабатывается с учетом ценности экологических услуг водно-болотных угодий⁸³.

Для третьего этапа характерен учет в оценочной методологии особенностей оценки нерыночных экологических ресурсов / благ. Подход условной оценки, например, используется для выявления экономической ценности ресурсов путем анализа различных сценариев повышения КОС и опроса общественности о готовности платить за реализацию того или иного сценария. Измерение экономической ценности учитывает изменения в индивидуальном благосостоянии / полезности, вызванные вариациями

⁸³ Niskanen A., Saastamoinen O. Tree Plantations in the Philippines and Thailand: Economic, Social and Environmental Evaluation // UNU/WIDER Working Paper. –1996. –No. 30. –P. 1-51.

КОС⁸⁴. Различия в готовности платить могут повлиять на сопоставимость результирующих оценок и потребовать их пересчета с использованием предельных норм замещения. Тем не менее, метод условной оценки имеет то преимущество, что непосредственно измеряет нерыночную стоимость, тем самым расширяя сферу оценки.

На *четвертом* этапе (в XXI веке) достигнут значительный прогресс в эколого-экономической оценке КОС территории. Методология оценки становится более системной, использует комплексный набор параметров и взаимосвязанных подходов, что повышает надежность результатов, полноту и точность оценочного процесса. Методология эколого-экономического оценивания распространилась на более высокие уровни экосистем и запасов природного капитала. Акцент сместился на оценку комплексной экономической ценности запасов природного капитала, от местных ресурсов к региональным экосистемам. В ней учитываются совокупные экономические выгоды от экосистемного обеспечения, регулирования и культурных услуг⁸⁵. Комплексная оценка проводится для изучения воздействия экономики на КОС с учетом эффекта масштаба, взаимодополняемости систем и других факторов.

⁸⁴ Willis K.G., Garrod G. D. Valuing Landscape: A Contingent Valuation Approach // Journal of Environmental Management Issue. –1993. –no. 1. –P.1–22.

⁸⁵ Habert G., Lacaille JB D'E. D., Roussel N. An Environmental Evaluation of Geopolymer Based Concrete Production: Reviewing Current Research Trends // Journal of Cleaner Production. –2011. –Issue 19. –no. 11. – P.1229–1238.

Рассмотренные теоретико-методологические подходы к эколого-экономическому оцениванию КОС реализуются с использованием различных инструментов, спектр которых постоянно расширяется.

1.3 Методы и инструменты реализации современного подхода к эколого-экономической оценке качества окружающей среды территории

При эколого-экономической оценке КОС территории четкое определение цели, масштаба и ключевых задач имеет важное значение для обеспечения актуальности и достоверности результатов анализа. Выбор того или иного оценочного инструментария дефинируется целью и имеющимися данными. Альтернативные сценарии эколого-экономической оценки КОС являются основой для сравнения политик, проектов и /или программ и выбора наилучшего сценария с целью имплантации в систему принятия решений, необходимых для повышения уровня устойчивости территориальной динамики.

Теоретико-методологические подходы могут иметь разный охват с точки зрения структурных элементов качества окружающей среды, что требует учета при выборе инструментов эколого-экономической оценки. Сравнительный анализ также играет важную роль в постоянном развитии инструментов, определив сильные и слабые стороны которых, можно выявить сферы для улучшения, устранить ограничения и разработать более надежные структуры.

Представленная на рис.1.5 этапизация методов эколого-экономической оценки КОС демонстрирует их развитие от технологической интеграции и стандартизации оценочных инструментов до разделения рыночных и нерыночных методов оценки и интеллектуальной поддержки принятия интегрированных эколого-экономических решений. Передовые технологические инструменты значительно расширяют возможности получения крупномасштабных высокоточных оценок. Комплексная эколого-экономическая модель, объединяющая экономические и биофизические блоки для моделирования взаимодействия внутри эколого-экономических систем с использованием ГИС-платформы оказалась актуальной для решения проблемы пространственной неоднородности. Технология спутникового дистанционного зондирования используется для обработки крупномасштабных данных (землепользование, растительный покров) с высоким разрешением. Интеграция алгоритмов интеллектуального анализа больших данных и машинного обучения позволяет прогнозировать «поведение» окружающей среды, значительно улучшая прогнозирующую способность модели и точность измерения параметров. Эти сложные методы значительно облегчают процедуру эколого-экономического оценивания КОС на территориальном и глобальном уровнях.

Одним из наиболее распространенных в оценочной практике является инструментарий Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС),

нацеленный на анализ экологических предпочтений и экологически обусловленного поведения людей.



Рисунок 1.5 – Этапизация методов эколого-экономической оценки качества окружающей среды⁸⁶

⁸⁶ Составлен автором

Эколого-экономические оценки фокусируются на конкретных элементах окружающей среды территорий – таких как лесные сообщества, водно-болотные парки, участки рек или новые виды применения энергии. Посредством целевых опросов / анкетирования оценка фокусируется на отношении, восприятии и готовности платить местных жителей и заинтересованных групп. Более глубокая оценка связана с конструированием модели поведения людей / заинтересованных групп с целью анализа его зависимости от качества природной среды. Поведенческие данные (например, индивидуальные расходы на поездки к природному объекту), используются для оценки спроса и измерения экономической ценности. Поскольку эколого-экономическая оценка фокусируется на конкретных целях и рекомендациях, на основе результатов оценки могут быть предоставлены целевые политические рекомендации на микроуровне. Метод ЕАОС как инструмент принятия решений позволяет оценить затраты и выгоды, связанные с различными альтернативами и сделать обоснованный выбор альтернативы, эффективно сбалансировав конкурирующие интересы.

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) – систематический подход к оценке воздействия продукта / процесса на окружающую среду на протяжении всего его жизненного цикла – требует всестороннего, целостного рассмотрения этапов от добычи сырья до переработки в конце срока службы. ОЖЦ оценивает воздействие по различным категориям, включая использование ресурсов, потребление энергии, выбросы, образование

отходов и многое другое. Оценивая экологические показатели на протяжении всего жизненного цикла, ОЖЦ дает полную картину устойчивости⁸⁷. Этот подход работает в отношении различных продуктов, услуг, технологий и отраслей⁸⁸. В целом, ОЖЦ обеспечивает многогранный анализ каждого этапа и общего воздействия на окружающую среду. Поскольку ОЖЦ фокусируется в первую очередь на воздействии на окружающую среду, при этом могут упускаться из виду важные социальные и / или экономические факторы. Попытки интеграции некоторых компонент ОЖЦ в другие оценочные подходы недостаточно успешны. Более того, инструмент ОЖЦ не предписывает решений, а интерпретация и применение его результатов предполагает взвешивание множества аспектов, включая экологические, социальные, экономические и технологические факторы⁸⁹.

Оценка устойчивости – это инструмент, используемый для анализа экономического, экологического и социального воздействия проекта, политики, организации или системы. Для выявления синергии и компромиссов между тремя измерениями устойчивости требуется целостный подход. Этот метод может применяться к различным областям и

⁸⁷ Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future // Environmental Science & Technology. – 2011. – Issue 45. – No. 1. – P.90-96.

⁸⁸ Hellweg S., Canals L. M. Emerging Approaches, Challenges and Opportunities in Life Cycle Assessment // Science. – 2014. – Issue 344. – No. 6188. – P.1109-1113.

⁸⁹ Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future // Environmental Science & Technology. – 2011. – Issue 45. – No. 1. – P.90-96.

уровням принятия решений, от формулирования политики до разработки продукта. Оценка устойчивости предполагает субъективные суждения и ценности, использование которых может потенциально привести к предвзятым мнениям. Комплексные оценки сложны и требуют учета взаимосвязанных экономических, экологических и социальных факторов на всех уровнях⁹⁰. Процедуры сбора и анализа данных могут быть сложными, что приводит к неопределенности. Оценка часто предполагает балансирование конкурирующих целей без четких решений. Универсальных стандартов не существует, что приводит к противоречивым подходам⁹¹. Приоритет в оценках отдается эколого-экономическим аспектам, а не социально-культурным, что ведет к игнорированию благополучия сообщества. В целом, субъективность, ограниченность данных, компромиссы и отсутствие стандартизации создают проблемы при оценке устойчивости.

Методы эколого-экономической оценки КОС территории могут быть разделены на рыночные и нерыночные.

Рыночные методы оценки используют рыночные механизмы для определения экономической ценности экологических товаров и услуг. Эти механизмы эффективно распределяют ресурсы, стимулируя их сохранение и

⁹⁰ Boud D., Soler R. Sustainable Assessment Revisited // Assessment & Evaluation in Higher Education. –2016. –Issue 41. –no. 3. – P.400–413.

⁹¹ Sharifi A., Murayama A. A Critical Review of Seven Selected Neighborhood Sustainability Assessment Tools // Environmental Impact Assessment Review. – 2013. – No.38. – P. 73-87.

устойчивое использование⁹². Оценивая экологические ресурсы, рыночные инструменты выявляют оптимальные стратегии / проекты через сопоставление затрат и выгод. Установление экологически обоснованных цен может также стимулировать охрану окружающей среды, интернализуя экологические издержки⁹³. Рыночная оценка обеспечивает гибкий и адаптируемый подход к учету ценности природы при принятии решений в различных контекстах.

Рыночная оценка имеет свои ограничения. Во-первых, она может не отражать полную экономическую ценность, поскольку некоторые товары, такие как биоразнообразие, не имеют рынков и цен. Их ценность может быть упущена из виду или недооценена. Во-вторых, «провалы» рынка (не учет внешних эффектов) могут исказить процесс ценообразования, что приводит к неточности оценок. Самое главное, что описание сложных экологических, социальных и культурных систем в экономических категориях приводит к чрезмерному упрощению нерыночных ценностей. Не учет взаимосвязей и нюансов может привести к неполным или предвзятым результатам⁹⁴. Рыночные подходы полагаются исключительно на экономические показатели и могут упускать из виду ключевые аспекты экологической

⁹² Kroeger T., Casey F. An Assessment of Market-Based Approaches to Providing Ecosystem Services on Agricultural Lands // *Ecological Economics*. – 2007. – Issue 64. – No. 2. – P.321-332.

⁹³ Adhikari B. Market-Based Approaches to Environmental Management: A Review of Lessons from Payment for Environmental Services in Asia // *ADB Working Paper*. – 2009. <https://www.econstor.eu/handle/10419/53593>.

⁹⁴ Neuteleers S., Engelen B. Talking Money: How Market-Based Valuation Can Undermine Environmental Protection // *Ecological Economics*. – 2015. – No.117. – P.253–260.

ценности. Для полного учета сложных ценностей природы необходим многогранный подход.

Нерыночные методы оценки используются для определения экономической стоимости ресурсов, услуг или выгод, которые не могут быть оценены посредством рыночных сделок. Эти методы ориентированы на стоимость нерыночных ресурсов, которые не могут быть точно отражены рыночными механизмами, таких как экосистемные услуги экологических ресурсов и нерыночная ценность культурного наследия. Среди нерыночных методов оценки существует множество специфических⁹⁵. Нерыночные методы оценки можно разделить на две категории: методы выявленных предпочтений (МВП) и методы заявленных предпочтений (МЗП). Методы выявленных предпочтений, такие как метод стоимости проезда, выводят предпочтения путем наблюдения за реальным поведением, тогда как методы заявленных предпочтений идентифицируют предпочтения непосредственно через анкетирование по специально разработанным опросникам.

В МВП выводы о предпочтениях / ценностях людей делаются на основе их фактического поведенческого выбора на рынке. Изучая рациональные решения, максимизирующие полезность выбора, МВП выявляет фактические предпочтения, аналогично теории потребительского выбора.

⁹⁵ Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // SGEM 2018 Conference proceedings. – 2018. – P. 693-700.

Такие инструменты, как метод транспортно-путевых затрат, изучающий поведение людей при выборе рекреационного объекта, позволяют количественно оценить готовность платить за нерыночные товары посредством анализа вторичных данных с применением стохастических моделей полезности. Тщательное изучение допущений, лежащих в основе модели выбора, является ключом к обеспечению интерпретируемости и последовательности результатов. Использование реальных данных в сочетании с теорией выбора дает количественную оценку предпочтений⁹⁶.

Выявленные предпочтения объективно детерминируют ценность КОС путем анализа реальных рыночных решений и цен, отражая реальные предпочтения, компромиссы и ограничения, избегая, таким образом, искажений гипотетических сценариев. Агрегирование индивидуальных предпочтений как метрик ценности, основанных на относительных затратах, которые люди готовы принять при фактических рыночных ценах, дает оценку коллективного спроса и рыночной равновесной цены⁹⁷. Анализ выявленных предпочтений предоставляет ценную информацию о выборе и поведении потребителей экологических услуг, но имеет ограничения в выявлении основных мотивов (причин), лежащих в основе этого выбора⁹⁸. Опираясь исключительно на наблюдаемое поведение, он не может

⁹⁶ Richter M. K. Revealed Preference Theory // *Econometrica*. – 1966. – Issue 34, – No. 3. – P.635-645.

⁹⁷ Varian H. R. Revealed Preference and Its Applications // *The Economic Journal*. – 2012. – No. 560. – P.332-338.

⁹⁸ Crawford I., Rock B.D. Empirical Revealed Preference // *Annual Review of Economics*. – 2014. – No. 1. – P.503-524.

полностью отразить сложность предпочтений, ценностей или процессов принятия решений. Расширение спектра сфер и направлений применения методов выявленных предпочтений дает надежду на будущие исследования⁹⁹. Универсальность и адаптивность метода делают его ценным инструментом для комплексной оценки предпочтений и поведения людей¹⁰⁰.

Методы заявленных предпочтений напрямую выявляют индивидуальные предпочтения нерыночных товаров / услуг посредством специально разработанных алгоритмов опросов. Это достигается путем разработки гипотетических сценариев опроса, в которых респонденты выражают свою максимальную готовность платить (ГП) за товар / услугу. Алгоритм МЗП включает в себя непосредственное исследование индивидуальных предпочтений и их анализ с помощью моделей полезности для количественной оценки готовности платить за гипотетические нерыночные сценарии. Методы заявленных предпочтений позволяют напрямую измерять нерыночные ценности. Однако процедуру опроса необходимо тщательно планировать, чтобы гарантировать, что измеренные предпочтения соответствуют теоретико-методологическим подходам к эколого-экономической оценке¹⁰¹. Для обеспечения

⁹⁹ Echenique F. New Developments in Revealed Preference Theory: Decisions Under Risk, Uncertainty, and Intertemporal Choice // *Annual Review of Economics*. – 2020. – Issue 12. – No. 1. – P.299-316.

¹⁰⁰ Bateman I. J. Kling C. L. Revealed Preference Methods for Nonmarket Valuation: An Introduction to Best Practices // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2020. – Issue 14. – No. 2. – P.240-259.

¹⁰¹ Brown T.C. Introduction to Stated Preference Methods // *A Primer on Nonmarket Valuation: The Economics of Non-Market Goods and Resources*. – 2003. – P.99-110.

интерпретируемости научных результатов требуются строгий дизайн опроса и статистические выводы.

Тщательно подготовленная процедура опроса обеспечивает получение информации о заявленном выборе человека, даже в отношении товаров / услуг, которые не являются легкодоступными / наблюдаемыми на рынке. Сценарии и атрибуты можно настроить так, чтобы выявить широкий спектр предпочтений, включая нерыночные ценности, экологические проблемы и нематериальные выгоды. Методы заявленных предпочтений служат, таким образом, инструментом доказательства готовности индивида платить за определенные атрибуты / улучшения ¹⁰². Варьируя уровни различных атрибутов / сценариев, можно определить их относительную важность и оценить денежную ценность конкретного атрибута для человека. МВП позволяют исследовать сценарии новой экологической политики или разработки новых экологических продуктов вида «что, если», оценивая потенциальные реакции / предпочтения в реальных пока не наблюдаемых ситуациях. Однако для МЗП характерна предвзятость гипотез, следствием которой может стать переоценка / недооценка заявленных предпочтений (по причинам влияния предпочтений (по причинам влияния на реакции респондентов социальных ожиданий, личных мотивов или недостатка

¹⁰² Boxall P. C., Adamowicz W. L., Swait J., Williams M., Louviere J. A Comparison of Stated Preference Methods for Environmental Valuation // Ecological Economics. – 1996. – Issue 18. – No. 3. – P.243-253.

знаний)¹⁰³. Кроме того, неизбежное упрощение выбираемых респондентами сценариев может привести к неполному отражению в них реальности и повлиять на достоверность и точность результатов. Также на достоверность получаемых результатов влияет репрезентативность выборки респондентов.

МВП и МЗП в современной ситуации достаточно широко применяются в четырех сферах эколого-экономического оценивания КОС.

Первая сфера – идентификация и статистическое моделирование экологически обусловленных предпочтений индивидуумов (в отношении различных характеристик КОС – качества воздуха и / или уровня шумового загрязнения) на основе того или иного набора данных, а также прогнозирование предпочтений в зависимости от сценарных индикаторов КОС¹⁰⁴.

Вторая – выявление экологических предпочтений индивидуумов на основе сценарных опросов и последующий статистический анализ результатов для идентификации «коллективной» структуры предпочтений и проверки исследовательских гипотез. Алгоритм анализа включает также исследование влияния различных демографических переменных на

¹⁰³ Loomis J. What's to Know About Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation Studies? // Journal of Economic Surveys. – 2011. – Issue 25. – No. 2. – P.363-370

¹⁰⁴ Venkatachalam L. The Contingent Valuation Method: A Review // Environmental Impact Assessment Review. – 2004. – Issue 24. – No. 1. – P.89-124.

экологические предпочтения для оценки индивидуальных различий в предпочтениях¹⁰⁵.

В рамках третьего исследовательского поля для оценки экологических предпочтений индивидуумов используются методы стохастического моделирования выбора, в соответствии с которыми определяется полезность выбора того или иного сценария КОС. Эксперименты с моделью проводятся с целью повышения точности результатов анализа и прогнозирования предпочтений¹⁰⁶.

Эколого-экономические исследования в четвертой области сосредоточены на создании системы поддержки принятия решений (СППР) по управлению КОС на основе оценок экологических предпочтений заинтересованных сторон. В ходе разработки системы тестируется согласованность предпочтений, анализируется их чувствительность к сценариям принятия экологических решений, производится фильтрация вариантов СППР в ракурсе отражения экологических предпочтений. СППР способствуют росту уровня демократичности процесса принятия экологических решений, обосновывая предпочтения стейкхолдеров¹⁰⁷.

¹⁰⁵ Rose J.M., Bliemer M.C.J. Stated Preference Experimental Design Strategies // Handbook of Transport Modelling. – 2007. – vol. 1. – P.151-180.

¹⁰⁶ Bennett J., Blamey R. The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation // New Horizons in Environmental Economics series. – 2001.

¹⁰⁷ Naime J., Mora F., Sánchez-Martínez M., Arreola F., Balvanera P. Economic Valuation of Ecosystem Services from Secondary Tropical Forests: Trade-Offs and Implications for Policy Making // Forest Ecology and Management. – 2020. – No.473. – P.118294.

Анализ применения МЗП для эколого-экономического оценивания КОС позволяет сделать вывод о наличии как определенных достоинств, так и недостатков, указывающих на необходимость его совершенствования с целью повышения точности и достоверности количественных результатов, что делает процесс принятия решений более эффективным и надежным.

2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ КИТАЯ

2.1 Качество окружающей среды территорий КНР как индикатор несовершенства его эколого-экономической оценки в системе обеспечения устойчивого пространственного развития

Китайские территории сталкиваются с серьезными проблемами в поддержании здоровой окружающей среды вследствие нестабильной динамики развития промышленности и транспорта: чрезвычайно высокий и постоянно растущий уровень загрязнения атмосферы (часто приводящий к туманному небу), ухудшение качества водных источников и почвы, сокращение биоразнообразия.

Одной из наиболее актуальных является проблема повышения качества атмосферы путем принятия незамедлительных мер по снижению растущего (особенно на северных территориях) уровня загрязнения промышленными и транспортными отходами. Китайская экономика характеризуется значимой долей угля (около 60%) в структуре энергоносителей (вдвое превышая среднемировой индикатор), а также тем, что на ее долю приходится более четверти мировых выбросов парниковых газов¹⁰⁸. Средняя концентрация

¹⁰⁸ World Bank China Country Climate and Development Report // World Bank Group. –2022.

PM2.5 в атмосфере постоянно растет (рис. 2.1), превысив в 2023 году в 6.5 раз рекомендуемое ВОЗ среднегодовое значение качества воздуха¹⁰⁹.

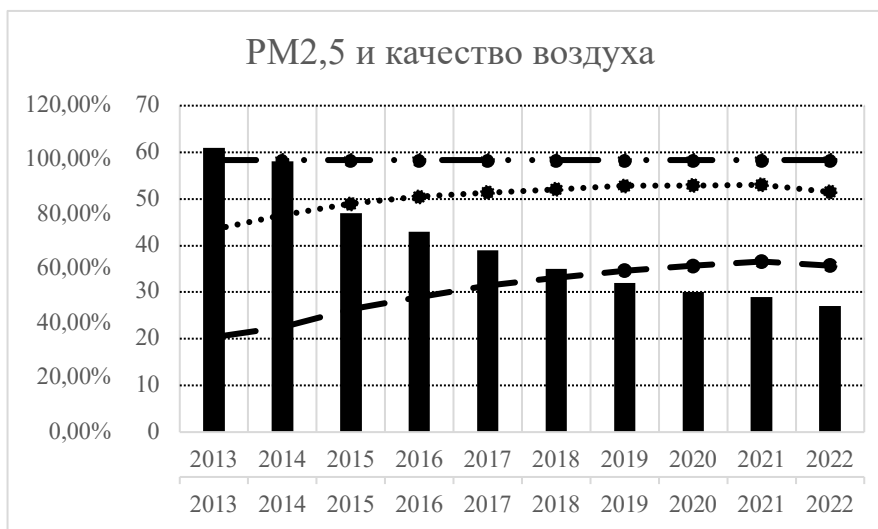


Рисунок 2.1. Индекс загрязнения воздуха PM2.5 в Китае, 2013-2022 гг.¹¹⁰

Несмотря на некоторые положительные сдвиги, улучшение качества поверхностных вод, борьба с эрозией почв и опустыниванием остаются одной из насущных проблем китайских территорий (рис. 2.2, 2.3)¹¹¹. Высокий уровень загрязнения рек и озер отрицательно сказывается на экосистемах и здоровье человека, делая питьевую воду не безопасной. Вследствие чрезмерной эксплуатации интенсивно ухудшается и качество подземных вод¹¹². Тенденции качества воздуха и поверхностных вод в Китае демонстрируют постоянное увеличение значительных региональных различий, обусловленных растущим уровнем урбанизации, промышленной

¹⁰⁹ 5 Pressing Environmental Issues China Is Dealing with in 2024. –2024. <https://earth.org/>.

¹¹⁰ Отчет Китайского терминала экологического мониторинга о состоянии качества воздуха (<https://www.cnemc.cn/jcbg/kqzlkzkg/>)

¹¹¹ Shapiro J. China's Environmental Challenges // Green Planet Blues. 6th ed. Routledge. – 2019.

¹¹² Tang W., Pei Y., Zheng H., Zhao Y., Shu L., Zhang H. Twenty Years of China's Water Pollution Control: Experiences and Challenges // Chemosphere. – 2022. – No. 295. – P.133875.

активностью, высоким уровнем энергопотребления и недостаточно результативной эколого-экономической политикой.

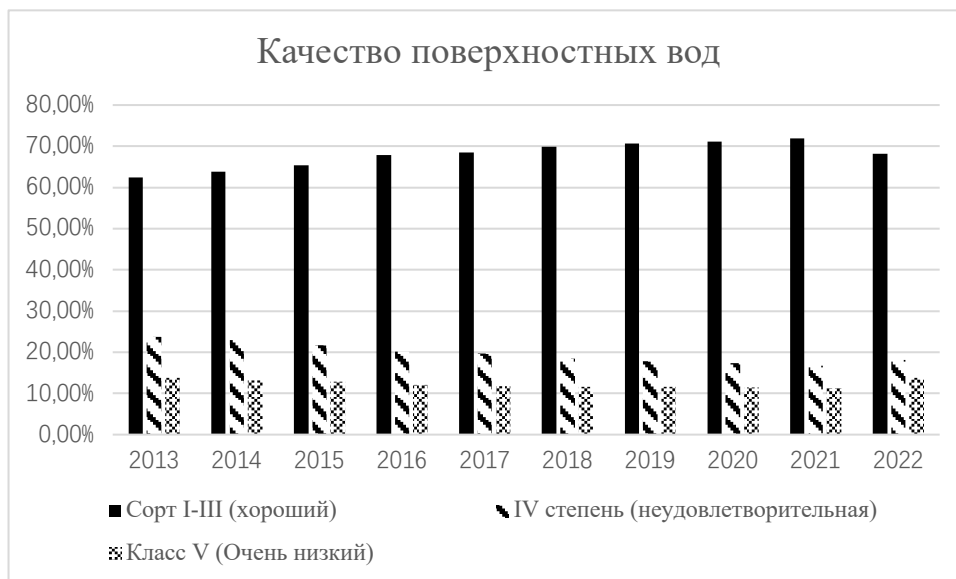


Рисунок 2.2. Качество поверхностных вод в Китае, 2013-2022 гг.¹¹³



Рисунок 2.3. Качество почвы в Китае в 2023 г.¹¹⁴

¹¹³ Данные из отчета о качестве поверхностных вод Китайского терминала экологического мониторинга (<https://www.cnemc.cn/jcbg/qgdbsszyb/>)

¹¹⁴ Данные из ежегодного отчета по статистике экологической обстановки в Китае (<https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/sthjtnb/>)

Провинции Хэбэй и Шаньси, с уровнями PM2.5, превышающими 50 мкг/м³, остаются среди наиболее загрязненных провинций Китая из-за сжигания угля и промышленных выбросов, особенно в таких городах, как Шицзячжуан и Тайюань. Напротив, Гуандун и Фуцзянь, с 20-25 мкг/м³, выигрывают от прибрежного климата и диверсифицированных энергетических структур, в то время как Юньнань и Гуйчжоу, с 15-18 мкг/м³, обязаны своим более чистым воздухом низкой индустриализации и лесному покрову. Очевиден градиент концентраций PM2.5 с севера на юг, отражающий взаимодействие промышленной активности, регуляторной политики и географии (рис. 2.4).

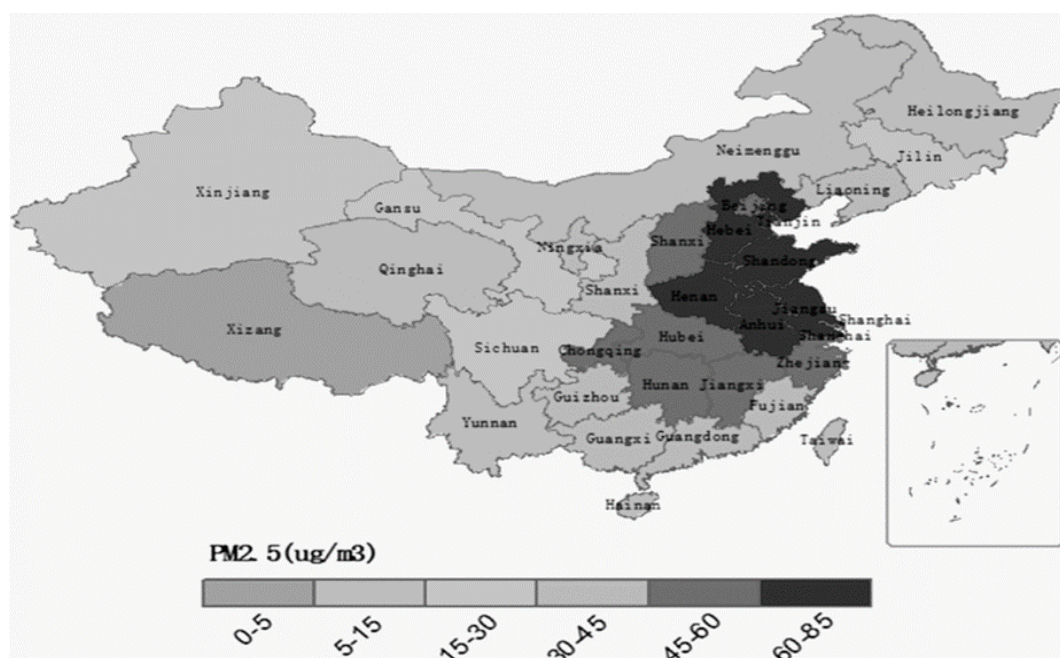


Рисунок 2.4. Качество воздуха в провинциях Китая (индекс PM2.5)¹¹⁵

Аналогичные тенденции растущих региональных контрастов характерны для качества воды. Южные и западные провинции поддерживают высокие

¹¹⁵ Данные из Статистического ежегодника Китая за 2020 год.

показатели соответствия нормативам благодаря результативной политике, тогда как в северных провинциях наблюдается постоянное загрязнение от промышленных и сельскохозяйственных источников, при этом Хэнань и Шаньдун демонстрируют смешанные результаты. Эти тенденции подчеркивают важность адаптированных стратегий контроля загрязнения для решения локализованных экологических проблем (рис. 2.5)

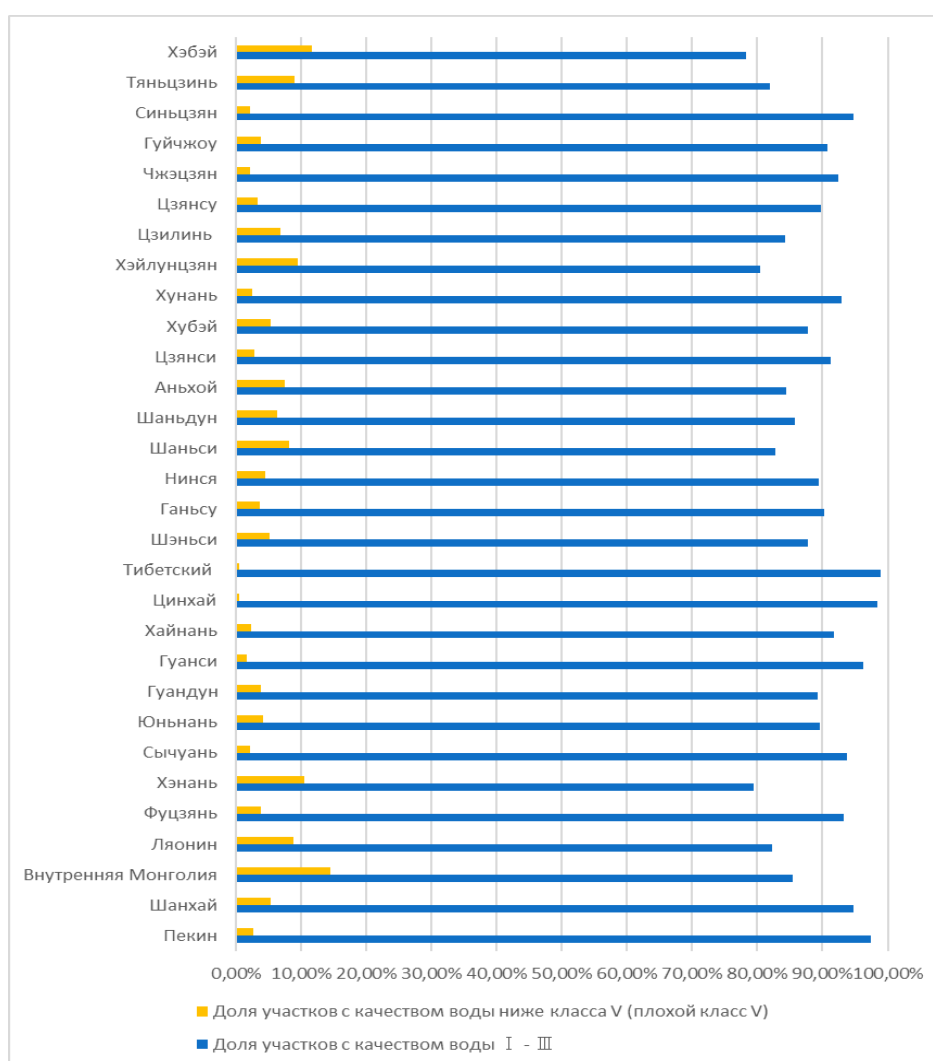


Рисунок 2.5. Классы качества воды в Китае по провинциям¹¹⁶

¹¹⁶ Данные из Статистического ежегодника Китая за 2020 год.

Помимо региональных различий, внутрирегиональные вариации еще больше усложняют управление качеством окружающей среды. В Хэбэе, например, Шицзячжуан сталкивается со значительно худшим качеством воздуха, чем Циньхуандао, из-за более высокой промышленной плотности, в то время как в Гуандуне Шэньчжэнь поддерживает лучшее качество воды, чем Гуанчжоу, что отражает различия в эффективности местного регулирования. Эти локализованные различия подчеркивают необходимость специфических для города политических вмешательств в дополнение к более широким региональным стратегиям.

Низкое качество природных сред инициирует постоянный рост количества исследований, выдвигающих различные гипотезы, обосновывающих альтернативные концептуальные подходы и инструменты решения проблем повышения качества атмосферы и водных источников китайских территорий (рис.2.6, 2.7).

Представленные на рисунке 2.6 ключевые слова метаданных указывают на объекты актуальных исследований. Это причины и последствия, тенденции загрязнения воздуха в Китае, территориальные различия в качестве воздуха, влияние уровня загрязнения воздуха на здоровье человека и окружающую среду, экологическая политика, нацеленная на улучшение ситуации. Так, значимое место в исследованиях занимает аналитика причин и факторов (климатические условия, уровень экономического развития) территориальных различий в качестве воздуха. Результатами является

доказательство тех фактов, что экономически развитые территории Китая, прежде всего, прибрежные города, имеют большие возможности для контроля и регулирования выбросов загрязняющих веществ, привлечения инвестиций для внедрения экологически чистых технологий и снижения уровня загрязнения окружающей среды.



Рисунок 2.6. Визуализация (облако тегов) тематического контента исследований качества воздушной среды территорий Китая¹¹⁷

Причинами низкого по сравнению с развитыми территориями качества воздуха в центральных и западных регионах Китая являются относительно низкий уровень развития промышленности с преобладанием в ее структуре отраслей тяжелой промышленности, небольшие финансовые возможности борьбы с нарастающим уровнем загрязнения воздуха. Особенно часто сталкиваются с проблемами высокого уровня атмосферного загрязнения городские агломерации и крупные города Китая ¹¹⁸. Густонаселенные

¹¹⁷ Составлен автором с использованием базы метаданных Web of Science.

¹¹⁸ Xie H., Tan X., Yang C., Li C. Does Urban Forest Control Smog Pollution? Evidence from National Forest City Project in China // Sustainability. –2022. –No.19. –P.12897.

районы, пробки на дорогах и высокое потребление энергии являются основными причинами плохого качества воздуха в этих районах.

В последние годы Китай добился некоторого прогресса в смягчении проблем с качеством воздуха благодаря государственной политике, нормативным актам и общественным инициативам. Чтобы решить проблему загрязнения PM_{2,5}, китайское правительство приняло ряд мер: ввело строгие стандарты выбросов загрязнителей воздуха, ужесточило контроль выбросов в промышленности, энергетике, транспорте и других секторах экономики. Правительство активно способствует развитию экологически чистой энергетики. Решение данных проблем связано с растущими инвестициями в технологии и отрасли защиты окружающей среды¹¹⁹. Благодаря созданию национальной сети мониторинга качества воздуха данные в режиме реального времени и информация раннего предупреждения публикуются своевременно, чтобы привлечь внимание общественности и повысить степень ее участия в вопросах улучшения качества воздуха¹²⁰. Несмотря на это, сохраняются серьезные проблемы с качеством воздуха, обнажающие пробелы в достижении Целей устойчивого развития 2030. Необходимо продвигать технологии чистого сгорания, энергосбережения в

¹¹⁹ Liu Z., Xue W., Ni X., Qi Z., Zhang Q., Wang J. Fund Gap to High Air Quality in China: A Cost Evaluation for PM_{2.5} Abatement Based on the Air Pollution Prevention and Control Action Plan // Journal of Cleaner Production. –2021. –No.319. –P. 128715.

¹²⁰ Ishaq D. S., Zhang Y., Hu J., Hopke P. K., Zhang Y., Zhao B., Xing J., Li L. Evaluation of Regional Transport of PM_{2.5} during Severe Atmospheric Pollution Episodes in the Western Yangtze River Delta, China // Journal of Environmental Management. –2021. –No.293. –P. 112827.

промышленности и автомобилестроении, а также развивать экологически чистые производства.

Показанные на рисунке 2.7 ключевые слова метаданных, характеризующие тематический контент исследований качества водной среды территорий Китая, свидетельствуют о не меньшей интенсивности исследований качества водных источников по сравнению с исследованиями качества атмосферы.



Рисунок 2.7. Визуализация (облако тегов) тематического контента исследований качества водной среды территорий Китая¹²¹

Причинами такой ситуации являются большой объем неочищенных промышленных сточных вод, наносящих серьезный вред водным объектам и напрямую влияющих на здоровье людей¹²², интенсивная сельскохозяйственная деятельность, орошение сельскохозяйственных угодий. С ускорением процессов урбанизации резко возросли объемы

¹²¹Составлен автором с использованием базы метаданных Web of Science.

¹²²Xue J., Wang Q., Zhang M. A Review of Non-Point Source Water Pollution Modeling for the Urban–Rural Transitional Areas of China: Research Status and Prospect // Science of The Total Environment. –2022. –No.826. – P.154146.

сбросов городских сточных вод не только в поверхностные, но и в подземные водные источники.

Чтобы решить проблему загрязнения городских вод, китайское правительство приняло ряд мер: сформулировало строгие стандарты и правила сброса загрязняющих вод, а также ряд поощрительных мер для развития экологически чистого производства, постоянно увеличивает объемы инвестиций в строительство очистных сооружений¹²³, реализует государственно-частные проекты по управлению реками и озерами, их экологическому восстановлению, развитию водосберегающих технологий орошения и систем управления дождевой водой в городах (рис. 2.8)¹²⁴. Одним из важных направлений улучшения качества водных ресурсов является их эколого-экономическая оценка, обеспечивающая учет экологического качества в системе принятия государственных экономических решений.

Еще одним актуальным аспектом эколого-экономических исследований является анализ проблем развития быстрорастущей индустрии чистой энергетики Китая. Возобновляемые источники энергии практически не производят выбросов углекислого газа, что способствует смягчению процессов глобального изменения климата¹²⁵.

¹²³ Wang Q., Yang Z. Industrial Water Pollution, Water Environment Treatment, and Health Risks in China // *Environmental Pollution*. –2016. –No.218. –P.358–365

¹²⁴ Zhou W. Y., Zhang, J. Yin, J. Zhou, Z. Wu Evaluation of Polluted Urban River Water Quality: A Case Study of the Xunsi River Watershed, China // *Environmental Science and Pollution Research*. –2020. –No.45. –P. 68035–68050

¹²⁵ Yu S., Zheng Y., Li L. A Comprehensive Evaluation of the Development and Utilization of China's Regional Renewable Energy // *Energy Policy*. –2019. –No.127. –P.73–86.

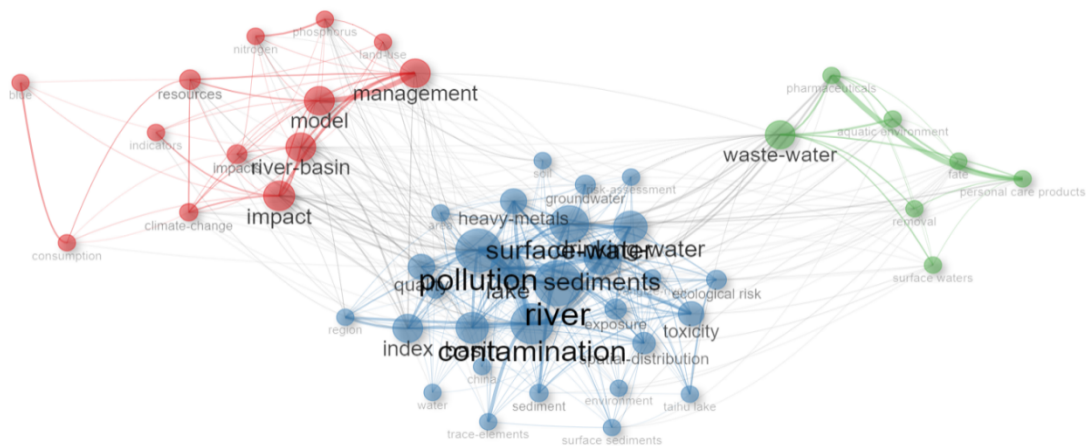


Рисунок 2.8. Визуализация (облако тегов) тематического контента государственно-частного партнерства в сфере исследований качества водной среды территорий Китая¹²⁶

Переход на возобновляемые источники энергии способствует приближению к траектории устойчивого развития, примером чего служит интенсификация процессов электрификации в транспортных системах Китая, улучшающая качество окружающей среды и вносящая значимый вклад в достижение целей устойчивого развития территорий¹²⁷. Принятие различных регулирующих мер, таких как контроль промышленных выбросов, продвижение транспортных средств, работающих на экологически чистой энергии, и ограничение использования сильно загрязняющих природную

¹²⁶ Составлен автором с использованием базы метаданных Web of Science.

¹²⁷ Lazareva, E.I., Dong, Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners. // Innovative Trends in International Business and Sustainable Management. Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance. –2023. – P. 529-541

среду видов топлива служит примером поддерживающих прогрессивное развитие государственных решений¹²⁸.

К регулирующим следует отнести также всевозможные решения по озеленению городских территорий, при принятии которых важно использовать актуальные инструменты эколого-экономической оценки, в частности, метод гедонистического ценообразования. Применение пространственно-эконометрической модели гедонистических цен позволяет статистически значимо оценить эколого-экономическую ценность городских зеленых насаждений и обосновать меры по разработке политики устойчивого развития в урбанизированных районах¹²⁹.

Плохое КОС китайских территорий свидетельствует о неэффективности современной экологической политики, опирающейся на неадекватный концептуально-методический оценочный инструментарий, неспособный комплексно отражать многоуровневые и многомерные характеристики КОС. Недостатки оценочного инструментария проявляются не только в неполном отражении всего разнообразия составляющих сложной динамики параметрических характеристик КОС и их взаимосвязей, результатом чего является недооценка некоторых значимых элементов. Но и в методологической незавершенности оценочных процедур, означающей, что используемые при оценке аналитические методы недостаточно

¹²⁸ Liu J. China's Road to Sustainability // Science. –2010. –No.328. –P. 50–50.

¹²⁹ Lazareva, E., Dong, Y. Measuring the Value of Urban Green Space Using Hedonic Pricing Method. // Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society. –2021. –vol. 116. –P. 737-747.

адаптированы к сложной структуре КОС территорий и не могут адекватно отразить присущие ей нелинейные и пороговые эффекты, пространственные и временные динамические изменения. Кроме того, современные инструменты, как правило, не способны учесть долгосрочную адаптационную способность экосистем, тем самым недооценивая потенциальные улучшения КОС.

Недостатки оценочных инструментов, проявляющиеся в неспособности всесторонне измерить многомерные характеристики КОС, дополняются их узостью (одноаспектностью) в ракурсе учета эколого-экономических взаимовлияний. Как следствие, возникает необходимость совершенствования концептуально-методического аппарата в направлении повышения полноты и точности отражения как элементной структуры КОС, так и многогранности прямых и обратных эколого-экономических взаимосвязей между ними. Полноценным результатом инновационно-ориентированного совершенствования оценочной методологии должна стать гибкая концептуальная модель системной оценки КОС территорий, преодолевающая вышеперечисленные недостатки. Базисом модели должна послужить систематизация концепций эколого-экономического оценивания КОС с учетом принципов устойчивого развития и уникальных особенностей китайских территорий (рис. 2.9).

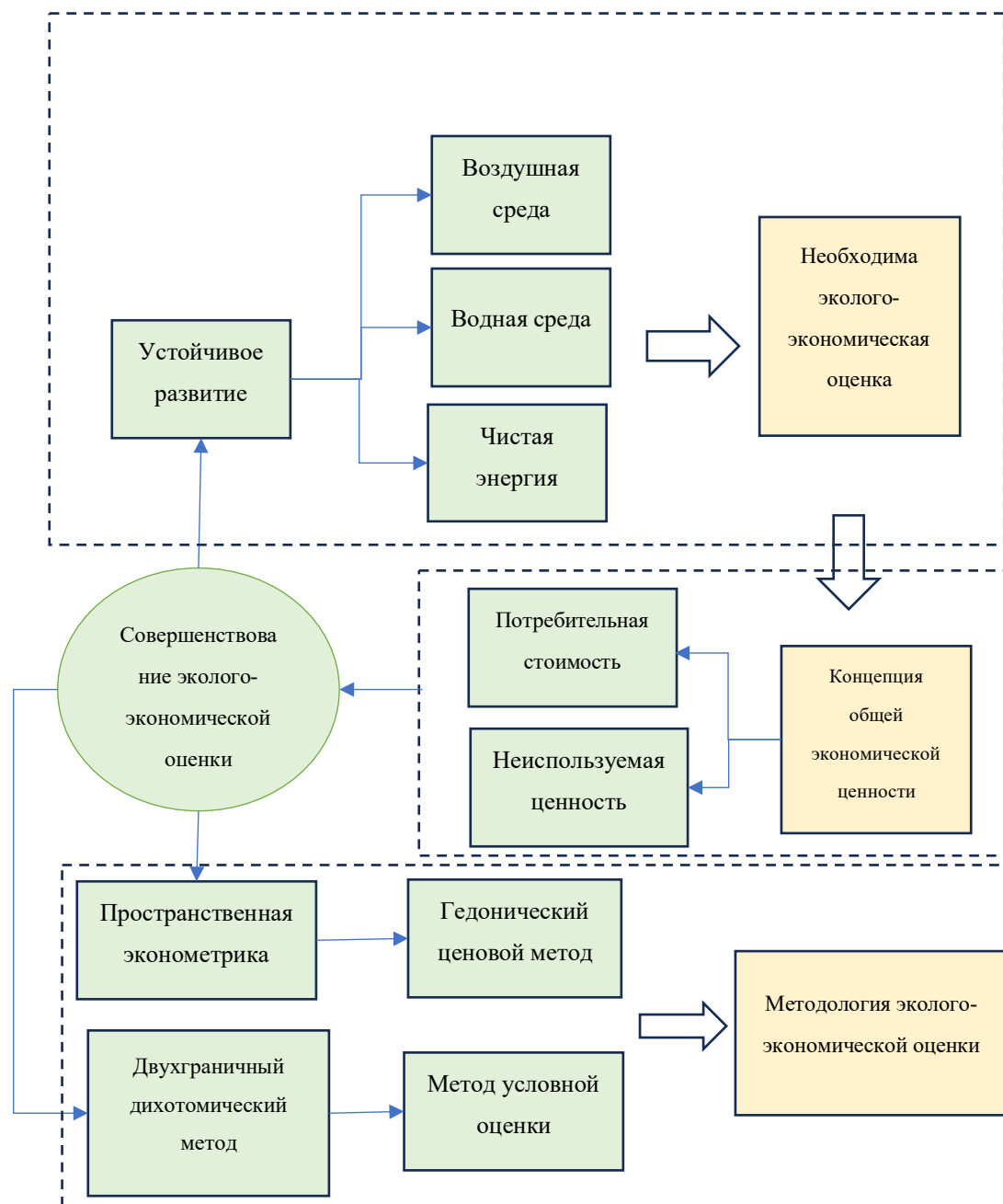


Рисунок 2.9. Концептуальное развитие методического инструментария эколого-экономической оценки КОС территорий.¹³⁰

¹³⁰ Разработан автором

Эколого-экономическая оценка КОС в контексте устойчивого развития территории выходит за рамки традиционных подходов к решению изолированных экологических проблем. Комплексный учет взаимосвязанных экологических, экономических и социальных аспектов существенно расширяет структуру объекта эколого-экономической оценки и сдвигает фокус оценочных процедур с выявления на предотвращение проблем, препятствующих устойчивому развитию территории. Достигнуть же данный положительный эффект представляется возможным лишь с использованием надежного инструментария, преодолевающего описанные выше недостатки (включая методологическую необоснованность выбора определенного набора оценочных показателей и вида модели, плохое качество используемых данных и ряд других).

В ракурсе методологической необоснованности выбора вида оценочной модели (чаще всего, это традиционные модели рыночной оценки «затраты – выгоды»¹³¹) главным негативным последствием (ограничивающим применение модели в процессе принятия государственных решений) является недооценка экосистемных сервисных функций КОС и их роли в достижении целей устойчивого развития экономики и общества. С точки зрения качества используемых данных многие исследования сталкиваются с такими проблемами, как недостаточность выборочных данных и неполные

¹³¹ Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management. // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016 Proceedings. – 2016. – P. 703-710.

системы оценочных показателей. Отсутствие данных и их плохое качество напрямую приводят к проблеме недостаточной достоверности соответствующих эколого-экономических оценок КОС. Это не только снижает академическую ценность результатов исследований, но и сужает спектр возможностей их применения при принятии эколого-экономических решений.

Системы оценочных показателей, как правило, включают исключительно экономические индикаторы, и не акцентируют внимание на индикаторах социальных выгод от экосистемных услуг КОС. Процедура же эколого-экономической оценки КОС в контексте устойчивого развития территории нуждается в расширенной системе показателей, фокусирующейся в том числе на индикации экосистемных услуг природы (услуг по регулированию климата, рекреационной и эстетической ценности лесов и т.п.) и измерении их социально-экономической ценности. Только такой подход к оценке способен стать научным базисом концепции устойчивого социо-эколого-экономического развития территориальных систем и реализующей ее эколого-экономической политики.

Подходы к эколого-экономической оценке КОС в контексте устойчивого развития подчеркивают необходимость скоординированного прогресса в экологической, экономической, социальной и других смежных областях для содействия устойчивости. Такой прогресс требует внедрения комплексных и гибких оценочных инструментов для холистического анализа эколого-

экономической политики, проектов или планов, адаптированных к различным особенностям территорий. Интеграция процедуры эколого-экономического оценивания КОС в формирование стратегии устойчивого развития территорий Китая может повысить осведомленность социума об экологических проблемах, заставляя политиков, бизнес и общественность уделять приоритетное внимание защите окружающей среды, решению задач гармонизации стратегий экономического и экологического развития территориальных систем. В результате, это приведет к расширению знаний о сложных динамичных взаимосвязях между КОС, экономикой и обществом, к разработке на этой основе эффективной эколого-экономической политики для достижения Целей устойчивого развития 2030.

2.2 Формирование концептуальной модели системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территорий Китая на основе теории совокупной экономической стоимости (ценности) природы

Конструирование концептуальной модели системной эколого-экономической оценки КОС реализовано на консолидированной базе концепций устойчивого развития и совокупной экономической стоимости (СЭС) природы в целях обеспечения комплексной многогранной оценки эколого-экономической ценности природной среды территорий Китая. Цель разработки данной концептуальной модели – выйти за узкие рамки традиционных рыночных транзакционных ценностей и отразить

многогранную ценность качества окружающей среды территориальных систем.

Отличительной особенностью концептуальной модели, представленной на рис.2.10 является ее акцент на комплексность эколого-экономического оценивания и систематизацию концептуальных подходов к оценке. Всесторонне описывая многоаспектные взаимосвязи КОС и экономической динамики, модель способствует лучшему пониманию ЛПР (лицами, принимающими решения) сложно-взаимной эколого-экономической причинности и становится мощным инструментом для оценки компромиссных (сбалансированных) траекторий устойчивого эколого-экономического развития территорий.

Модель объединяет концепцию устойчивого развития с концепцией СЭС. Концепция устойчивого развития охватывает факторы экологического, экономического и социального характера, обеспечивая комплексную перспективу для эколого-экономической оценки в соответствии с концепцией СЭС (в отличие от традиционных эколого-экономических оценочных концепций, в первую очередь оценивающих экономическую ценность КОС с точки зрения стоимости использования).

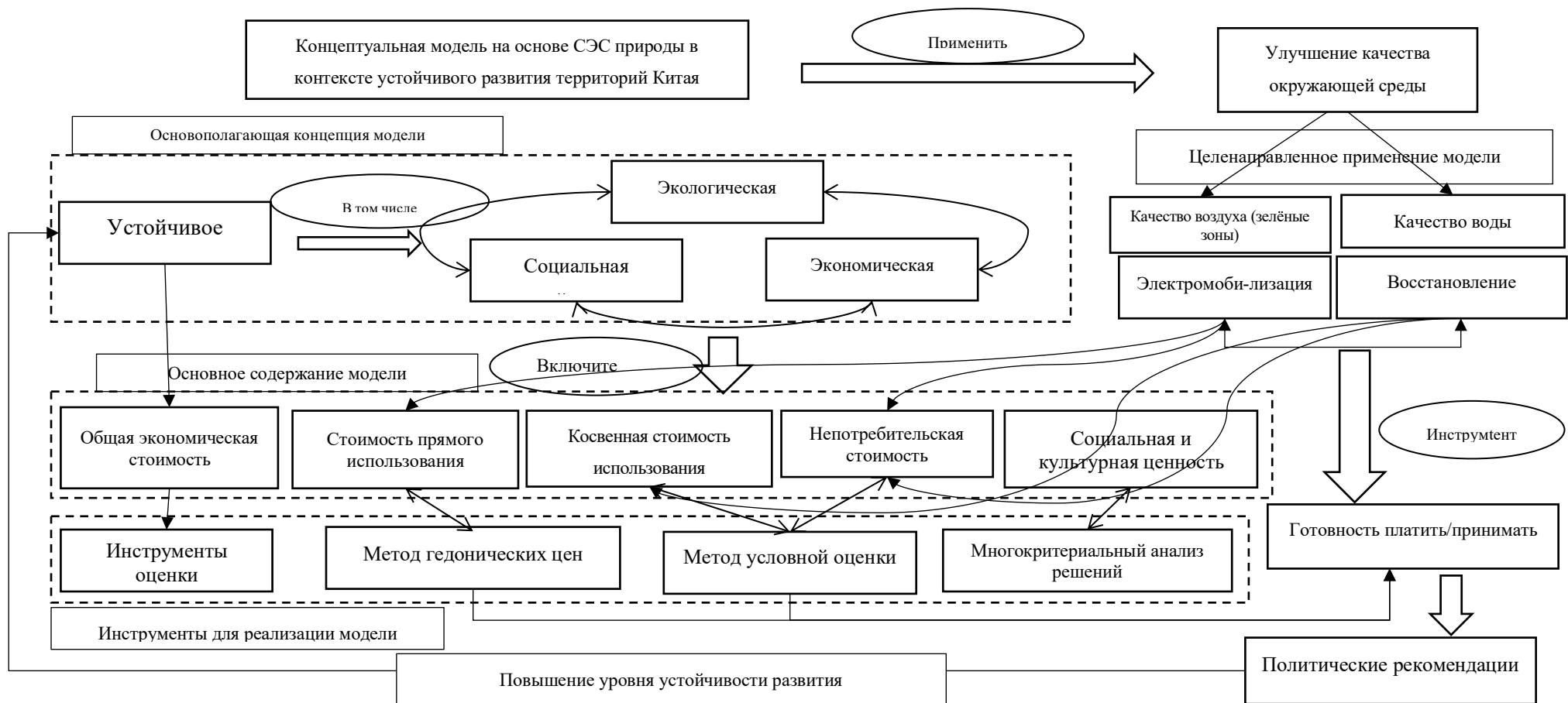


Рисунок 2.10. Концептуальная модель системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территорий Китая¹³²

¹³² Разработан автором

В рамках концепции устойчивого развития СЭС включает в себя также оценку неиспользуемой и социальной стоимости, а также других ценностей, что делает оценку КОС более комплексной и в большей степени, соответствующей целям устойчивого развития. Концептуальная модель подчеркивает важность оценки готовности платить/принимать компенсацию (WTP/WTA) как ключевого инструмента. Расчет показателей платежеспособности населения и связанных с ней экосистемных услуг позволяет получить количественные данные, необходимые для разработки эффективных управленческих решений. Эти результаты служат основой для формирования политических рекомендаций, направленных на реализацию механизмов устойчивого развития. Внедрение обоснованных мер, основанных на анализе платежной готовности населения, способствует более рациональному распределению ресурсов и повышению уровня устойчивости развития, обеспечивая баланс между экономическими, социальными и экологическими аспектами управления территорией.

Разработка концептуальной модели системной эколого-экономической оценки качества окружающей среды территорий Китая требует последовательной реализации пяти этапов.

Первый этап: Оценка уровня устойчивости траекторий трехсекторного (экономика, окружающая среда и социальная сфера) развития территориальных систем Китая, выявление «слабых звеньев», препятствующих их стабильно-сбалансированному развитию. Результаты

данного этапа характеризуют социо-эколого-экономические тенденции, в среднем индицирующие степень устойчивости территориально-структурированной макроэкономической системы Китая и влияющие на нее стержневые факторы.

Второй этап: Идентификация структурной модели совокупной экономической стоимости КОС в контексте устойчивого развития территорий Китая. Этот этап фокусируется на определении структуры СЭС КОС, включая стоимость прямого и косвенного использования, стоимость неиспользования, а также социальную и культурную ценность. Эти компоненты интегрируются в более широкий контекст устойчивого развития, включающий экологические, социальные и экономические аспекты устойчивости территориального развития. Консолидируя концепции СЭС и устойчивого развития, модель обеспечивает комплексную оценку как социально-экономических выгод от использования КОС, так и долгосрочную устойчивость ресурсопользования.

Согласно концепции СЭС, совокупная экономическая стоимость (ценность) природы включает 2 основные составляющие – стоимость использования и стоимость неиспользования. Потребительская стоимость далее подразделяется на стоимость прямого использования, которая определяется как прямые выгоды от потребления сельскохозяйственной продукции, древесины и других природных ресурсов, включая качество окружающей среды, и стоимость косвенного использования, определяемая

как стоимость экосистемных услуг, включая очистку воздуха и воды, а также затраты на их охрану. Непотребительская стоимость, в свою очередь, включает три компонента: опционную стоимость (потенциальную полезность сохранения КОС в будущем), стоимость существования (связана с удовлетворением, получаемым от самого факта существования определенного КОС) и так называемую будущую стоимость (защита, сохранение КОС для будущих поколений)¹³³

Потребительские ценности возникают в результате прямого и/или косвенного использования КОС и экосистемных услуг. Так, «рекреация» в основном характеризуется прямой потребительской стоимостью, в то время как «среда обитания диких животных», как правило, связана с косвенной потребительской стоимостью¹³⁴. Разграничить эти категории довольно сложно. Например, не существует большого различия в оценках прямой и косвенной ценности ресурсов подземных вод, однако освоение этих ресурсов должно реализовываться таким образом, чтобы максимизировать стоимость прямых и косвенных услуг¹³⁵. Ценность косвенного использования обусловлена экосистемными услугами, которые приносят

¹³³ Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // SGEM 5 Proceedings. – 2018. – С. 693-700.

¹³⁴ Damnyag, L. и Vampoh, A. A. Farmers' forest values and small-scale forestry management strategy preferences. –2021. –No. 2. –С. 263-78. <https://doi.org/10.1007/s11842-020-09467-0>.

¹³⁵Yang X., Liu J. Assessment and Valuation of Groundwater Ecosystem Services: A Case Study of Handan City, China. // water. –2020. –№ 1.5. –С. 1455. <https://doi.org/10.3390/w12051455>.

выгоду опосредованно, например, очистка воды в лесах или опыление в сельском хозяйстве¹³⁶.

Как часть потребительской стоимости, опционная стоимость, представляющая собой оценку сохранения ресурсов для будущего использования, включает оценки потенциальных экономических, рекреационных, научных выгод и/или выгод для биоразнообразия, которые могут возникнуть в результате перспективного использования с учетом возникающих при этом рисков и неопределенностей^{137, 138}. Важной составляющей потребительской стоимости является также ценность существования – удовлетворение от осознания того, что экологический актив существует, даже если он не используется¹³⁹. Например, люди могут ценить защиту исчезающих видов по моральным / культурным причинам^{140, 141}. Непотребительские ценности, такие как будущая / альтруистическая ценность, воплощают важные этические и межпоколенческие аспекты

¹³⁶ Ewan T., Pierre F., Maréchal J.-P. Evaluation of coastal and marine ecosystem services of Mayotte: Indirect use values of coral reefs and associated ecosystems // *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. –2017. –№ 3. –С. 19-34. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1407361>.

¹³⁷ Snider J. T., Seabury S., Tebeka M. G., Wu Y., Batt K. The Option Value of Innovative Treatments for Metastatic Melanoma // *Forum for Health Economics and Policy*. –2018. –№ 1. –P.1. <https://doi.org/10.1515/fhep-2016-0014>.

¹³⁸ Brunette M., Costa S., Lecocq F. Economics of species change subject to risk of climate change and increasing information: a (quasi-)option value analysis // *Annals of Forest Science*. –2014. –№ 2. –С. 279-90. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0281-0>.

¹³⁹ Randall A., Stoll J. R. Existence Value in a Total Valuation Framework. –2019. –С. 265-74. <https://doi.org/10.4324/9780429050084-28>.

¹⁴⁰ Binder S. Is Existence Value Appropriate for Regulatory Benefit–Cost Analysis? *Journal of Benefit-Cost Analysis*. –2020. –№ 3. –С. 441-56. <https://doi.org/10.1017/bca.2020.15>.

¹⁴¹ Bamwesigye D., Hlavackova P., Sujova A., Fialova J., Kupec P. Willingness to Pay for Forest Existence Value and Sustainability Sustainability. –2020. –№ 13. –С. 891. <https://doi.org/10.3390/su12030891>.

эколого-экономической оценки. Будущая стоимость обусловлена желанием сохранить экологические активы для будущих поколений^{142,143,144}. Включение будущей стоимости в оценку призвано способствовать справедливости в отношениях между поколениями и этичному управлению природными ресурсами. Включение неиспользуемых ценностей – эндогенных ценностей природных объектов помимо ценностей прямого использования – в эколого-экономические оценки КОС позволяет более тонко понять его многогранную ценность^{145, 146, 147, 148}. Полученные в результате комплексные оценки КОС призваны составить основу стратегической политики и обеспечить сбалансированность краткосрочных выгод и долгосрочной устойчивости,

¹⁴²McConnell K.E. Existence and Bequest Value. –2019. –С.254-64. <https://doi.org/10.4324/9780429050084-27>.

¹⁴³ Diafas I., Barkmann J., Mburu J. Measurement of Bequest Value Using a Non-monetary Payment in a Choice Experiment—The Case of Improving Forest Ecosystem Services for the Benefit of Local Communities in Rural Kenya // *Ecological Economics*. –2017. –С. 157-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.006>.

¹⁴⁴ Geography E. S. P. Option Value, Existence Value, and Bequest Value of Mangrove in Jerowaru District, Lombok Timur Regency, Nusa Tenggara Barat // *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*. –2023. –№ 2. –С. 156-69. <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2023.010.02.03>.

¹⁴⁵ Martono, R. W. A, Puspo, M. D., Prayogi, H. Peatland Non Use Value Survey In Siak Regency. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. –2018. –С.012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/165/1/012013>.

¹⁴⁶ Bernardo A. B.O., Moore F. C. Use and non-use value of nature and the social cost of carbon.// *Nature*. –2020. – № 1. 2. –С. 101-8. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00615-0>.

¹⁴⁷ Bos F., Ruijs A., Quantifying the Non-Use Value of Biodiversity in Cost-Benefit Analysis: The Dutch Biodiversity Points // *Journal of Benefit-Cost Analysis* –2021. –№ 2. –С. 287-312. <https://doi.org/10.1017/bca.2020.27>.

¹⁴⁸ Liu J., Liu N., Zhang Y., Qu Z., Yu J. Evaluation of the non-use value of beach tourism resources: A case study of Qingdao coastal scenic area, China. // *Ocean and Coastal Management*. –2019. –С. 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.10.030>.

справедливых возможностей¹⁴⁹, принятие адекватных управленческих решений.

Системный анализ и синтез оценок ценности использования, опционной ценности и ценности неиспользования, базирующийся на теории совокупной экономической стоимости природы, позволяет комплексно оценить экологические, экономические и социальные грани КОС территории, обеспечивая прочную аналитическую основу для управления ее устойчивым развитием. Точность оценок и выбор оценочных методик имеет решающее значение для эффективности политических мер, содействующих устойчивому развитию территории. Получение точных количественных эколого-экономических оценок КОС, однако, сопряжено с рядом трудностей (не наблюдаемость стоимости существования и будущей стоимости), что инициирует применение методов, основанных на опросах, которые могут внести погрешности. Кроме того, многие экосистемные услуги КОС не имеют рыночных цен, что требует применения косвенных методов оценки с присущими им неопределенностями¹⁵⁰. Постоянное совершенствование методов эколого-экономического оценивания структурных составляющих КОС направлено на повышение прозрачности и адекватности оценок.

¹⁴⁹ Han J. H., Lee E.. The different roles of altruistic, biospheric, and egoistic value orientations in predicting customers' behavioral intentions toward green restaurants. // *International Journal of Tourism and Hospitality Research*. –2016. –№ 1. 10. –P.71. <https://doi.org/10.21298/IJTHR.2016.10.30.10.71>.

¹⁵⁰ Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики. // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. –2017. –№ 4 (21). –С. 150-154.

В качестве объектов структурного моделирования СЭС КОС выбраны «зеленые», так называемые «лесные», города, успешно развивающиеся в Китайской Народной Республике, и город Наньян, расположенный в провинции Хэнань – репрезентативный пример средних городов, сталкивающихся со значительными экологическими проблемами. Выбор «лесных» городов объясняется их географическим разнообразием, позволяющим оценить эффективность коррелирующей с природно-климатическими условиями зеленой инфраструктуры, растущими из года в год объемами государственных субсидий в лесоразведение и экологическое проектирование, а также наличием стандартизированных критериев отнесения того или иного города к «зеленому» кластеру. Выбор для исследования города Наньян связан со следующими обстоятельствами. Во-первых, городская речная система – типичный пример деградации внутренних водных путей из-за быстрой урбанизации и недостаточной очистки сточных вод, не соответствующих стандартам качества воды Grade III. Данный факт делает Наньян репрезентативной территорией для изучения влияния восстановительных работ на устойчивое городское развитие. Во-вторых, компактная городская планировка Наньяна, с реками, протекающими через густонаселенные районы, повышает его актуальность как объекта исследования. В отличие от разрастающихся метрополий, где экологические улучшения могут иметь рассеянные эффекты, более чистые водные пути в Наньяне напрямую влияют на риски наводнений,

общественное здоровье и возможности для отдыха. Это позволяет провести более четкую оценку общественного восприятия и реакции на экологические улучшения.

Третий этап: Выбор и применение инструментов (методик) эколого-экономического оценивания элементов структурной модели совокупной экономической стоимости КОС.

В качестве инструментов спецификации элементов структурной модели совокупной экономической стоимости КОС предложены такие методы как обоснованные специальными исследованиями выявленные предпочтения; заявленные предпочтения, основанные на фактическом поведении при анализе предпочтений нерыночных товаров; метод подстановки или переноса выгод, предполагающий использование оценок стоимости различных благ для оценки результатов реализации нового проекта, многокритериальный анализ решений. Кроме того, можно применить анализ влияния на стоимость затрат, при котором не является обязательным приведение в денежное выражение каждого из экологических последствий реализации проекта¹⁵¹. Данные аналитические инструменты помогают оценить компромиссы и синергию различных вариантов политики, обеспечивают прочную основу для принятия решений, соответствующих целям устойчивого развития территории.

¹⁵¹ Диксон Д., Скура Л., Карпенгер Р., Шерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду // Пер. с англ. А.Н. Сальникова, С.С. Шальпиной. М.: Изд-во «Вита-Пресс». – 2000. – С. 135-141.

В процессе анализа эколого-экономических затрат и выгод использования того или иного инструментария возникают различные препятствия, такие как оценка нерыночных товаров, сложность экосистемы, ставка дисконтирования и неопределенность. В качестве примера можно привести обезлесение территории для жилой застройки, без уверенности в том, восстановится ли «зеленый покров». Политические и этические препятствия также существуют по причине разнящихся подходов к оценке окружающей среды¹⁵².

Четвертый этап: Установление взаимосвязей эколого-экономических оценок структурных элементов совокупной экономической стоимости КОС и направлений митигации «слабых звеньев», препятствующих достижению целей устойчивого развития территорий.

На этом этапе на основе анализа эколого-экономических оценок структурных элементов совокупной экономической стоимости КОС определяются направления решения проблем, препятствующих достижению целей устойчивого развития территорий. Важной особенностью концептуальной модели системной эколого-экономической оценки КОС китайских территорий является прозрачность взаимовлияний решений по улучшению состояния той или иной компоненты КОС (например, по повышению качества водных источников) и положительных эффектов от

¹⁵² Лазарева Е.И. Экологическая параметризация траекторий интеграционно-кластерной региональной политики инновационного роста. // Экономика природопользования. –2008. –№ 3. – С. 72.

реализации данных решений в экономической и социальной сферах территории (повышение уровня экономической устойчивости траектории развития, улучшение здоровья населения). Понимание данных взаимосвязей, обеспечение учета как прямых экономических выгод, так и более широких социальных и экологических последствий позволяет комплексно оценить, как улучшение КОС может способствовать переходу территории на траекторию социально-экономической устойчивости, что призвано способствовать повышению эффективности управленческих эколого-экономических решений.

Пятый этап: Применение концептуальной модели в процессе принятия управленческих решений, нацеленных на достижение целей устойчивого развития территорий.

Применение концептуальной модели в практике принятия управленческих решений позволяет дать оценку готовности населения платить / принимать компенсацию за улучшение КОС и сбалансировать (согласовать) решения, нацеленные на экономическое развитие территории и на повышение качества окружающей среды. Модель особенно применима в таких областях, как городское планирование, природопользование и адаптация к климатическим изменениям, где достижение целей эколого-экономической устойчивости территориального развития является ключевой проблемой. Целенаправленное применение концептуальной модели позволяет выработать обоснованные направления повышения КОС

территории. Так, в плане повышения качества атмосферы, одним из ключевых направлений является разработка и продвижение новых видов транспорта на основе альтернативных источников энергии, в частности, электрификация¹⁵³.

В контексте устойчивого развития оценка социально-экономической ценности электрификации показывает ее всесторонние преимущества для окружающей среды, общества и экономики. Электрические автомобили повышают энергетическую безопасность и способствуют повышению качества экосистемных услуг за счет снижения эксплуатационных расходов и уровня загрязнения воздуха. Общественное признание электрических автомобилей стимулировало технологическое развитие и расширение рынка, а оценка готовности платить выявила их значимую рыночную ценность, обеспечивающую основу для разработки государственной политики, поддерживающей производство и строительство инфраструктуры электрических автомобилей¹⁵⁴.

Аналогичным образом, эколого-экономическая оценка качества водной среды китайских территорий на основе теории СЭС демонстрирует ее высокую прямую потребительскую ценность и косвенный вклад в

¹⁵³ Лазарева Е.И., Геворгян А.А. Инновационные природосберегающие технологии "smart transport" в системе устойчивого управления мегаполисом // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – № 2. – С. 21-28.

¹⁵⁴ Lazareva, E. I., Dong, Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners. // Innovative Trends in International Business and Sustainable Management. Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance. – 2023. – С.529-541.

экосистемные услуги, а также ее эстетическую, культурную и рекреационную ценность. Аналитическая оценка качества водных источников не только учитывает социальные затраты и выгоды, но и фокусируется на социальных преимуществах водной среды для здоровья населения и промышленного роста, а также на ее вкладе в устойчивое социально-экономическое развитие территории¹⁵⁵. Такая комплексная оценка создает научную основу для управления водными ресурсами и экологической политики, способствуя достижению целей устойчивого развития.

2.3 Разработка методического инструментария эколого-экономической оценки структурных составляющих качества природной среды территории на основе косвенных/выявленных предпочтений пользователей

На каждом этапе конструирования концептуальной модели системной эколого-экономической оценки КОС территорий Китая используется тот или иной актуальный инструментарий. Так, для определения уровня социо-эколого-экономической устойчивости траектории территориального развития на *первом этапе* моделирования применяются три эконометрические (множественные регрессионные) модели вида (2.1), (2.2),

¹⁵⁵ Dong, Y., Lazareva, E. I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China. // Water Economics and Policy. – 2023. – P.2340010

(2.3), позволяющие оценить уровень экономической, экологической и социальной устойчивости территориальной динамики соответственно¹⁵⁶.

Модель (2.1) сфокусирована на экономическом секторе территории (региона) и нацелена на статистическую оценку ВРП (регрессанта GDP), детерминируемую вариацией факторных переменных (регрессоров) - численности городского населения (*urbpop*), объема инвестиций в борьбу с загрязнением окружающей среды (*polinv*), количества работников, занятых в сфере НИОКР (*RDpop*), разницы в доходах городских и сельских жителей (*Incdif*), суммарного объема загрязняющих выбросов (*Pollut*) и количества людей, имеющих среднее и высшее образование (*Pedu*).

$$GDP = \alpha + \beta_1urbpop + \beta_2 polinv + \beta_3RDpop + \beta_4Incdif + \beta_5Pollut + \beta_6Pedu + \varepsilon \quad (2.1)$$

Выбор переменных модели осуществлен путем детального анализа индикаторной базы и литературных источников в сфере исследований экономической устойчивости территориального развития, в которых, в частности, подчеркивается важная роль НИОКР¹⁵⁷, дифференциации

¹⁵⁶ Лазарева Е.И., Дун И. Социо-эколого-экономическая оценка устойчивости в управлении развитием региона на основе эконометрического моделирования. // Друкерровский вестник. – 2020. – № 5. – С. 176-188.

¹⁵⁷ Minford L., Meenagh D. Testing a model of UK growth: A role for R&D subsidies. // Economic Modeling. 2019. № 1. P. 252-261, Edquist H., Henrekson M. Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth? Structural Change and Economic Dynamics. –2017. –№ 42. –P. 1-12.

денежных доходов¹⁵⁸, уровня урбанизации и загрязнения окружающей среды¹⁵⁹ в экономическом росте.

Модель (2.2), отражающая динамику состояния окружающей среды регионов КНР, описывает статистическую зависимость качества / уровня загрязнения окружающей среды территории (*Pollt*) от объема потребления электроэнергии (*electi*) и ВРП обрабатывающей промышленности (*ind*) как доминирующих негативных факторов¹⁶⁰, объема утилизации твердых промышленных отходов (*solwasuse*)¹⁶¹, ВРП сельского хозяйства (*Agri*)¹⁶², количества частных автомобилей на дизельном топливе (*carN*)¹⁶³ и объема производства обрабатывающей промышленности (*indusprodu*), определяемого путем суммирования объемов производства угля, природного газа, цемента и стали.

$$\begin{aligned} \text{Pollt} = & \alpha + \beta_1 \text{electi} + \beta_2 \text{solwasuse} + \beta_3 \text{Agri} \\ & + \beta_4 \text{ind} + \beta_5 \text{carN} + \beta_6 \text{indusprodu} + \varepsilon \end{aligned} \quad (2.2)$$

В модели (2.3) в качестве зависимой переменной, отражающей уровень социальной устойчивости территориального развития, используется

¹⁵⁸ Rezai A., Taylor L., Foley D. Analysis Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change. // Ecological Economics. –2018. –P. 408-417.

¹⁵⁹ Liang W., Yang M. Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China // Sustainable Computing: Informatics and Systems. –2019. –№ 21. –P. 1-9.

¹⁶⁰ Breeze P., Breeze P. Electricity Generation and the Environment. // Power Generation Technologies. –2019. – P. 15-31.

¹⁶¹ Coe J.M., Antonelis G., Moy K. Taking control of persistent solid waste pollution // Marine Pollution Bulletin. – 2019. – № 139. – P. 105-110.

¹⁶² Green A. Agricultural Waste and Pollution. // Waste. – 2019. – P. 531-551.

¹⁶³ Degraeuwe B., Thunis P., Clappier A. Impact of passenger car NOX emissions on urban NO2 pollution – Scenario analysis for 8 European cities // Atmospheric Environment. – 2017. – № 171. – P. 330-337.

показатель индекса развития человеческого потенциала (HDI). При оценке социальной устойчивости учитываются четыре ключевых фактора: ВВП на душу населения (*pergdp*), уровень загрязнения окружающей среды (*Pollut*), объем инвестиций в борьбу с загрязнением окружающей среды (*polinv*), темпы естественного прироста численности населения (*NgrowR*), а также численность городского населения (*urbpop*).

$$\text{HDI} = \alpha + \beta_1 \text{pergdp} + \beta_2 \text{Pollut} + \beta_3 \text{polinv} + \beta_4 \text{urbpop} + \beta_5 \text{NgrowR} + \varepsilon \quad (2.3)$$

Анализ результатов эконометрического моделирования нацелен на понимание взаимосвязей между тремя секторами (экономическим, экологическим и социальным) территориальной системы на пути перехода к стратегии устойчивого пространственного развития Китая.

Наиболее применимыми на *втором и третьем этапах* моделирования, как демонстрируют результаты анализа метаданных Web of Science, являются методы гедонистического ценообразования (МГЦ) и контингентной оценки (МКО) (Приложения 1, 2).

Метод гедонистического ценообразования основан на предположении о том, что товары имеют множество характеристик, и использует эконометрические методы (множественный регрессионный анализ) для разложения неявного значения цены товара по каждой характеристике. Например, изучая цены на недвижимость, можно определить, каким образом качество окружающей среды влияет на их вариацию. В качестве исходной информации при оценке выгод и убытков окружающей среды обычно

используются данные по ценам сделок по продаже и аренде недвижимости. Цены, уплаченные за объекты недвижимости, отражают платежную готовность покупателей в отношении выгод, предоставляемых недвижимостью. На объем выгод, получаемых через эксплуатацию недвижимости, влияет много ее свойств и качество окружающей среды является только одним из них. При принятии решения о покупке покупатель, таким образом, определяет для себя денежный эквивалент, в том числе и для качества окружающей среды¹⁶⁴.

Широкое применение МГЦ в 1980-х – 1990-х годах в процедурах эколого-экономического оценивания структурных составляющих КОС связано с именами таких исследователей, как Мердок & Тайер¹⁶⁵, Бокстаэль, Ханеманн & Клинг¹⁶⁶ и ряда других.

В XXI веке внимание исследователей сфокусировалось на поиске новых модификаций МГЦ, способствующих повышению точности эколого-экономических оценок путем интеграции в оценочный процесс технологий пространственно-регрессионного анализа, анализа панельных данных и нелинейных взаимосвязей и т.п. Комбинированное применение метода гедонистических цен и других методов оценки также стало тенденцией

¹⁶⁴ Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. // Journal of Political Economy. –1974. –№ 1. –С. 34-55.

¹⁶⁵ Murdoch J. C., Thayer M. A. Hedonic price estimation of variable urban air quality // Journal of Environmental Economics and Management. –1988. –№ 2. –С. 143-46.

¹⁶⁶ Bockstael N. E., Hanemann W. M., Kling C. L. Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework // Water Resources Research. –1987. –№ 5. –С. 951-60. <https://doi.org/10.1029/WR023i005p00951>.

развития¹⁶⁷. Исследования МГЦ в основном сосредоточены на таких аспектах, как эколого-экономическая оценка качества воздуха, опирающаяся на идентификацию характера влияния параметров КОС на цены недвижимости и рынок труда (уровень заработной платы)^{168,169}, а также оценка качества водной среды, учитывающая его воздействие на экономические характеристики (цены на недвижимость, объем сельскохозяйственной продукции и здоровье населения)^{170, 171}. По мере углубления исследований ученые расширили сферу применения МГЦ, включив в нее эколого-экономическую оценку земельных ресурсов¹⁷² и ряд других сфер.

Можно, однако, отметить, что современное состояние исследований МГЦ не содержит достаточных рекомендаций для поддержки принятия управленческих решений, что препятствует обоснованной корректировке

¹⁶⁷ Jayantha W. M., Oladinrin O. T. Bibliometric analysis of hedonic price model using CiteSpace. // *International Journal of Housing Markets and Analysis*. –2019. –№ 2. –С.357-71. <https://doi.org/10.1108/IJHMA-04-2019-0044>.

¹⁶⁸ Mei Y., Gao L., Zhang J., Wang J. Valuing urban air quality: a hedonic price analysis in Beijing, China // *Environmental Science and Pollution Research*. –2020. – № 2. – С.1373-85. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06874-5>.

¹⁶⁹ Bishop K. C., Kuminoff N.V., Banzhaf H. S., Boyle K. J., Gravenitz K. v., Pope J.C. Best Practices for Using Hedonic Property Value Models to Measure Willingness to Pay for Environmental Quality // *Review of Environmental Economics and Policy*. –2020. – No. 1.2. – С. 260-81. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa001>.

¹⁷⁰ Dahal R. P., Grala R. K., Gordon J.S., Munn I. A., Petrolia D. R., Cummings J. R. A hedonic pricing method to estimate the value of waterfronts in the Gulf of Mexico // *Urban Forestry and Urban Greening*. –2019. – № 41.– С. 185-94.

¹⁷¹ Moore M. R., Doubek J. P., Xu H., Cardinale B.J. Hedonic Price Estimates of Lake Water Quality: Valued Attribute, Instrumental Variables, and Ecological-Economic Benefits // *Ecological Economics*. – 2020. – № 176. – С. 106692. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106692>.

¹⁷² Chakraborty K. S., Chakraborty A., Berrens R. P. Valuing soil erosion control investments in Nigerian agricultural lands: A hedonic pricing model // *World Development*. – 2023. – № 17. – С. 106313. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106313>.

политики, нацеленной на устойчивое развитие территорий Китая. С целью продвижения в данном направлении в инструментарии эколого-экономической оценки структурных составляющих КОС территории введены объясняющие переменные, отражающие пространственные факторы и обеспечивающие робастность гедонистической модели, а также использованы панельные данные, повышающие адекватность результатов эконометрического моделирования и достоверность статистических выводов.

При построении модели гедонистического ценообразования для оценки эколого-экономической ценности рек и городских «зеленых» ареалов введены новшества в виде сочетания пространственных факторных переменных и фиктивных переменных, отражающих социальные факторы. Кроме того, эконометрическая оценка стоимости рек зависит от фиктивных переменных, представляющих речные ландшафты, с учетом экологических и социальных атрибутов.

Пусть вектор $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ – это n -мерный вектор рыночных товаров, $Q = [q_1, q_2, \dots, q_m]$ – m -мерный вектор m нерыночных благ. Функция полезности $U(X, Q)$ представляет собой предпочтение индивида к двум наборам товаров X и Q . Когда речь идет о рыночных товарах, их относительные рыночные цены выражаются как $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]$. Люди выбирают, какой рыночный товар потреблять, исходя из своих предпочтений и располагаемого дохода y . Таким образом, основная проблема состоит в том, чтобы максимизировать уровень

полезности рыночных товаров, покупая их, не выходя за рамки имеющегося дохода.

При оценке экономической ценности реки (нерыночного блага) функция полезности потребителя выражается как $U_i(W_i, x_i, z_i, M_i, \alpha_i)$. В этой функции, W_i представляет атрибуты реки, x_i – характеристики недвижимости, z_i – характеристики района, M_i характеризует застроенные территории и α_i учитывает другие социальные характеристики. Основная гипотеза заключается в предположении, что существование реки оказывает положительное влияние на благополучие человека.

Спецификация ценового уравнения может существенно повлиять на результаты гедонистической оценки. Для обеспечения устойчивости результатов оценки необходимы различные формы спецификации – линейно-функциональная (2.4), логарифмическая относительно регрессанта (2.5) и относительно регрессоров (2.7), а также линейная логарифмическая (2.6), в которых X – вектор признаков атрибута; Z – вектор признаков окрестности атрибута.

$$P = \alpha + \beta W + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.4)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta W + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.5)$$

$$P = \alpha + \beta \ln(W) + \gamma \ln(X) + \delta \ln(Z) + \epsilon \quad (2.6)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta \ln(W) + \gamma \ln(X) + \delta \ln(Z) + \epsilon \quad (2.7)$$

Для эконометрического (регрессионного) анализа необходимо выбрать параметрические характеристики, связанные с рекой. Первая – это

расстояние до реки, вторая – полнота / наличие вида на реку, третья – направление течения реки. На основе этих характеристик конструируются три регрессионные модели, включающие фиктивные переменные: третье уравнение (2.8) – фиктивную переменную D «расстояние до реки»; уравнение (2.9) – фиктивную переменную «вид на реку» V ; уравнение (2.10) – фиктивную переменную, учитывающая речной ландшафт «направление течения реки» R измеряющую ориентацию объекта недвижимости относительно реки.

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.8)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \theta V + \epsilon \quad (2.9)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \theta V + \eta R + \epsilon \quad (2.10)$$

Гедонистическая модель ценообразования в общем виде может быть выражена в виде уравнения (2.11), где P_i – цена объекта недвижимости i , S_i – факторы, характеризующие атрибуты объекта i (площадь, количество спален и возраст). L_i отражает характеристики местоположения, включая близость к садам, паркам, транспортным центрам и общественным местам. E_i учитывает такие экологические атрибуты, как количество близлежащих парков, площадь зеленых насаждений и разнообразие видов озеленения.

$$P_i = f(S_i, L_i, E_i) \quad (2.11)$$

Основная концепция гедонистического подхода к ценообразованию заключается в максимизации потребительской полезности, которая в

данной модели соответствует цене объекта недвижимости. Этой максимизации можно достичь с помощью математических методов, взяв частные производные от уравнения (2.11) по различным переменным, каждая из которых может быть выражена в виде (2.12).

$$\frac{\partial P_i}{\partial S_i}, \frac{\partial P_i}{\partial L_i}, \frac{\partial P_i}{\partial E_i} \quad (2.12)$$

Наиболее распространенными статистическими методами оценки уравнения (2.13) в виде линейной регрессионной модели являются метод наименьших квадратов (OLS) и метод максимального правдоподобия (MLE). Статистически линейная модель гедонистического ценообразования может быть выражена как:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 L_i + \beta_3 E_i + \epsilon \quad (2.13)$$

В сценарии, где связь между характеристиками объекта и ценой не является линейной, эта функция может быть преобразована в вид (2.13).

$$\ln P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 L_i + \beta_3 E_i + \epsilon \quad (2.14)$$

Оценки состояния окружающей среды характеризуются значительной пространственной неоднородностью, что определяет необходимость учета при оценке КОС пространственных эффектов с использованием методов пространственной эконометрики (пространственной модели Дарбина) – матриц пространственных весов, отражающих взаимозависимости между

различными географическими регионами ¹⁷³ для количественной оценки пространственных (межтерриториальных) корреляций. Пространственное «взвешивание» оценок КОС на основе Евклидова расстояния d_{ij} для двух территорий i и j с различными координатами (x_i, y_i) и (x_j, y_j) производится в соответствии с формулой (2.15)¹⁷⁴.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.15)$$

Веса смежности ¹⁷⁵ определяются попарно для каждой двух пространственных единиц, которые физически смежны и имеют общую границу / рубеж.

Матрица пространственных весов выражается в виде (2.16).

$$W = \begin{pmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } j \in N_k(i) \text{ or } i \in N_k(j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Интеграция в процесс оценки методов пространственной эконометрики значительно повышает способность МГЦ объяснять сложные пространственные эффекты, что делает оценку параметров модели более

¹⁷³ Bhattacharjee A., Chris J.-B. Estimation of Spatial Weights Matrix in a Spatial Error Model, with an Application to Diffusion in Housing Demand // CRIEFF Discussion Papers. –2005. –No.0519. –С. 13-15. <https://ideas.repec.org/p/san/crieff/0519.html>

¹⁷⁴ Brasington D.M., Hite D. Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis // Regional Science and Urban Economics. –2005. –№ 1. –С. 57-82. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2003.09.001>.

¹⁷⁵ Смежность – понятие теории графов, используемое только в отношении двух ребер или в отношении двух вершин: два ребра инцидентные одной вершине, называются смежными, две вершины, инцидентные одному ребру, также называются смежными.

точной. В качестве таких методов могут быть использованы различные эконометрические модели – модели пространственной авторегрессии (SAR) (2.17)^{176, 177, 178}, в том числе пространственная модель Дарбина (SDM), включающая пространственные лаговые зависимые и объясняющие переменные (2.18).

$$Y_n = \lambda W_n Y_n + \beta X_n + \varepsilon_n \quad (2.17)$$

где W_n – матрица пространственных весов, $W_n Y_n$ – «пространственный лаг».

$$Y_n = \lambda W_n Y_n + \beta X_n + \theta W X_n + \varepsilon_n \quad (2.18)$$

где $\theta W X_n$ – эффект пространственного взаимодействия.

Внедрение пространственных технологий способствует более точной оценке состояния окружающей среды и помогает принимать надежные эколого-экономические решения.

Второй широко применяемый в практике оценочной деятельности метод – метод контингентных оценок следует принципу суверенитета потребителя, согласно которому потребители выражают свои предпочтения, показывая максимальную готовность платить, и применяется для оценки неиспользуемой ценности КОС. МКО как сценарно-опросный метод,

¹⁷⁶ Lee L., Yu J. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects // Journal of Econometrics. –2010. –№ 1. 2. –С. 165-85.

¹⁷⁷ Cliff A. D., Ord K. Spatial Autocorrelation: A Review of Existing and New Measures with Applications // Economic Geography. –1970. –№ 46. –С. 269–92.

¹⁷⁸ Elhorst J. P. Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models // International Regional Science Review. –2003. –№ 3. –С. 244-68.

позволяющий измерить субъективную готовность населения платить за экологические продукты / услуги формирует основу для эффективного решения проблемы оценки нерыночных экологических товаров, для которых не существует рыночных сделок, что затрудняет определение их стоимости через рыночные цены или затраты (парки, качество воздуха, биоразнообразие и т.п.). МКО решает проблему, создавая гипотетический рынок и спрашивая респондентов, готовы ли они платить за улучшение КОС. Предпочтения, выраженные в ходе опроса, считаются самостоятельным выбором индивида. На основе анализа выборочных индивидуальных данных определяется готовность платить населения для оценки экономической ценности нерыночных экологических продуктов.

Эволюция данного метода в период 1960-е-1990-е гг. характеризуется постоянным совершенствованием оценочных алгоритмов (методик) – от почтовой рассылки анкет, интервьюирования населения и применения математико-статистических методов для выявления обобщенной готовности платить¹⁷⁹ до телефонных опросов на базе смартфонов, онлайн-опросов на базе Интернета (что значительно повысило эффективность и привело к уменьшению стоимости опросов)¹⁸⁰. Применение информационных технологий значительно расширило масштабы оценки контингента.

¹⁷⁹ Clarke, C.A., Sheppard, P. M. A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences. –1997. – № 1001. – С. 424-39.

¹⁸⁰ Bengt K. Valuing environmental benefits using the contingent valuation method: an econometric analysis. –1990. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-90578>.

Активное развитие и модернизация МКО в этот период способствовало широкому применению методов оценки КОС в поддержке принятия эколого-экономических решений^{181,182}.

В XXI веке широкое распространение технологий мобильной связи и смартфонов открыло новые возможности для развития МКО на основе мобильных опросов, позволяющих респондентам в режиме реального времени принимать участие в опросе через приложение, определять местоположение респондентов. В то же время развитие технологий обработки больших данных и облачных вычислений обеспечило мощную поддержку статистической обработки результатов опросов, обогатило дизайн опроса, расширило охват выборки, способствовало информатизации и интеллектуализации методов оценки¹⁸³. Различные инновации способствовали развитию контингентной оценки в научном и профессиональном направлении, повышая эффективность нерыночной оценки¹⁸⁴, увеличивая ее значимость в поддержке принятия научно-обоснованных эколого-экономических решений, в том числе в таких новых

¹⁸¹ Brookshire D. S., Crocker T.D. The advantages of contingent valuation methods for benefit-cost analysis // *Public Choice*. –1981. –№ 1.2. –С. 235-52.

¹⁸² Thayer M. A Contingent valuation techniques for assessing environmental impacts: Further evidence // *Journal of Environmental Economics and Management*. –1981. –№ 1. –С. 27-44.

¹⁸³ Quy, V.K., Tran, D.T. Contingent Valuation Machine Learning (CVML): A Novel Method for Estimating Citizens' Willingness to Pay for a Safer and Cleaner Environment. // *Urban Science*. –2023. –№ 7(3). –С.84.

¹⁸⁴ Li S., Kallas Z. Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products // *Appetite*. –2021. – С. 105239. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105239>.

сферах как экосистемные услуги и биоразнообразие, а также в экологическом просвещении социума^{185,186,187,188,189,190,191,192}.

Оценка эколого-экономической ценности городской внутренней реки, имеющей решающее значение для устойчивого развития современного города, методом контингентной оценки включает помимо потребительской стоимости реки оценку ее непотребительской стоимости, создаваемой при каждом из двух видов восстановления – экологического (улучшение экологического качества рек) и рекреационного (обеспечение соответствия рек требованиям чистоты для мест отдыха жителей).

Реализация МКО требует разработки дихотомических опросников и построения логистической эконометрической модели (2.19), позволяющей получить данные о готовности платить по бинарным опционам.

¹⁸⁵ Xu F., Wang Y., Xiang N., Tian J., Chen L. Uncovering the willingness-to-pay for urban green space conservation: A survey of the capital area in China // *Resources, Conservation and Recycling*. –2020. –С. 105053.

¹⁸⁶ Zhang L., Fukuda H., Liu Z. Households willingness to pay for green roof for mitigating heat island effects in Beijing (China). // *Building and Environment*. –2019. –С. 13-20.

¹⁸⁷ Xu L., Xu W., Jiang C., Dai H., Sun Q., Cheng K., Lee C., Zong C., Ma J. Evaluating Communities' Willingness to Participate in Ecosystem Conservation in Southeast Tibetan Nature Reserves, China.// *Land*. –2022. – № 2. – С. 207.

¹⁸⁸ Chen C., He G., Lu Y. Payments for Watershed Ecosystem Services in the Eyes of the Public, China.// *Sustainability*. –2022. –№ 15. –С. 9550.

¹⁸⁹ Hu C., Wright A. L., He S. Public Perception and Willingness to Pay for Urban Wetland Ecosystem Services: Evidence from China.// *Wetlands*. –2022. –No. 1. –С.19.

¹⁹⁰ Guo D., Wang A., Zhang A. T. Pollution exposure and willingness to pay for clean air in urban China // *Journal of Environmental Management*. –2020. –С. 110174.

¹⁹¹ Tan, R., Lin, B. Public Perception of Clean Energy Vehicles: Evidence on Willingness to Pay for Clean Energy Bus Fare in China. // *Energy Policy*. –2019. –С. 347-54.

¹⁹² Hafer J. A., Ran B. Exploring the Influence of Attitudes and Experience on Valuation of State Forest Lands via Contingent Valuation // *Public Performance and Management Review*. –2022. – № 6. – С. 1461-86. <https://doi.org/10.1080/15309576.2022.2108854>.

$$E(y_i) = \frac{1}{1 + \exp\{-\beta(x_i - u_i)\}} \quad (2.19)$$

В уравнении (2.19) $E(y_i)$ – вероятность того, что респондент примет цену предложения x_i . Параметр β – расчетный коэффициент при независимой переменной.

Готовность платить для дихотомической модели рассчитывается по формуле (2.20), в которой Z_i – набор независимых переменных и β – расчетные коэффициенты при независимых переменных. u_i – случайная составляющая.

$$WTP_i(Z_i, u_i) = Z_i\beta + u_i \quad (2.20)$$

Уравнение (2.20) используется для расчета готовности платить за два вида восстановительных мер и включает два вида независимых переменных Z_i . Первая категория переменных характеризует основные личностные характеристики респондента, такие как пол, возраст, уровень дохода и образования, статус занятости и т.д. Вторая категория – это переменные, характеризующие процесс экологического восстановления реки (экологическая осведомленность городских жителей, качество воды и т.д.).

В уравнении (2.21), Z_i характеризует комбинацию основных личностных характеристик респондента и переменных, связанных с его участием в восстановительных мероприятиях рекреационной направленности, β_r – расчетные коэффициенты при переменных.

$$WTP_{ri}(Z_i, u_i) = Z_i\beta_r + u_i \quad (2.21)$$

Для определения средней готовности платить необходимо решить задачу дихотомического выбора с двумя ограничениями, эффективно преодолевающую смещение оценок готовности платить (характерное для оценок, полученных при стандартном выборе), и повышающую таким образом точность и устойчивость результатов, что способствует более обоснованному и надежному анализу готовности платить в эколого-экономических исследованиях.

В соответствии с исследовательской методологией Лопеса-Фельдмана ¹⁹³ два различных показателя средней готовности платить рассчитываются по формулам (2.22), (2.23).

$$mean\ WTP_e = \sum_{i=1}^N \left[d_i^{sn} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^1}{\sigma_e} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) + d_i^{ss} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) \right. \\ \left. + d_i^{ns} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^1}{\sigma_e} \right) \right) + d_i^{nn} \ln \left(1 - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) \right] \quad (2.22)$$

$$mean\ WTP_r = \sum_{i=1}^N \left[d_i^{sn} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^1}{\sigma_r} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) + d_i^{ss} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) \right. \\ \left. + d_i^{ns} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^1}{\sigma_r} \right) \right) + d_i^{nn} \ln \left(1 - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) \right] \quad (2.23)$$

Уравнение (2.22) определяет среднюю готовность платить за восстановление экологического качества реки, а уравнение (2.23) – среднюю готовность платить за обеспечение соответствия реки требованиям чистоты для мест отдыха жителей. Индикаторным переменным d_i^{sn} , d_i^{ss} , d_i^{ns} , and d_i^{nn} присваивается значение 0 или 1 в зависимости от ответа респондента на вопрос о готовности платить, что позволяет

¹⁹³ Alejandro, L.F. Introduction to Contingent Valuation Using Stata. // Stata Users Group. –2013. –С.41018.

дифференцировать различные сценарии. Переменная t_i характеризует стоимость предложения по двум видам восстановительных проектов. Параметры $\sigma_e, \beta_e, \sigma_r, \beta_r$ оцениваются методом максимального правдоподобия.

В качестве второго направления использования модели пространственно-взвешенного гедонического ценообразования обосновано решение задачи оценки экономической ценности городских зеленых зон, способствующее выработке мер эколого-экономической политики, нацеленной на повышение качества атмосферы.

Выявление факторов, объясняющих разницу в оценках экологической и рекреационной ценности реки служит основой для определения на *четвертом* и *пятом* этапах моделирования мер по целенаправленному экологическому и рекреационно-ориентированному восстановлению городской реки.

Установление взаимосвязей эколого-экономических оценок структурных элементов совокупной экономической стоимости КОС и направлений митигации «слабых звеньев», препятствующих достижению целей устойчивого развития территорий на четвертом этапе моделирования требует применения методических инструментов многокритериального анализа принимаемых решений в сложной среде для оценки компромиссов

между различными вариантами восстановления рек с учетом выявленных факторов¹⁹⁴.

Совместное использование инструментов многокритериального анализа и методов оценки ценности прямых и косвенных экосистемных услуг, предоставляемых рекой, обеспечивает комплексность и целесообразность эколого-экономической оценки КОС территории как фундамента стоимости необходимых восстановительных мероприятий. Такая холистическая оценка не только отражает все три аспекта устойчивости, но и обеспечивает прочную основу для принятия решений по восстановлению рек в соответствии с целями устойчивого развития, обеспечивая их сбалансированность в экономическом, социальном и экологическом аспектах.

Применение концептуальной модели в процессе принятия управленческих решений, нацеленных на достижение целей устойчивого развития территорий, на пятом этапе моделирования основано на использовании методов сценарного анализа и сопоставления затрат и выгод от реализации альтернативных проектов восстановления реки. В ходе сценарного анализа разрабатываются альтернативные сценарии восстановления рек и оценивается готовность населения платить за повышение качества окружающей среды. Выявленные в результате общественные предпочтения лежат в основе процесса принятия эколого-

¹⁹⁴ Лазарева Е.И., Шевченко Д.А. Human-centered reboot of green urban ecosystem management in the context of digitalization. // International Journal of Economics & Business Administration. –2023. –№ 3. –С. 56-66.

экономических решений, нацеленного на нахождение баланса между экономическим развитием и устойчивостью. Выявление потребностей / ожиданий заинтересованных сторон (отдельных лиц и групп, таких как жители города и государственные учреждения) позволяет обеспечить баланс их интересов при принятии мер по восстановлению реки, способствуя соблюдению принципов справедливости и инклюзивности, обеспечивая научную обоснованность и прозрачность процесса принятия решений. Таким образом, целенаправленное применение концептуальной модели позволяет выработать обоснованные направления повышения качества окружающей среды территории.

3 МОДЕЛЬ ХОЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ КИТАЯ

3.1 Анализ оценок устойчивости траекторий развития территорий Китая на основе результатов эконометрического моделирования

Апробация концептуальной модели на материалах территорий Китая (рис.3.1) показала ее применимость в принятии эколого-экономических решений, нацеленных на повышение степени устойчивости траектории территориального развития.

Ключевым аспектом при применении трех эконометрических моделей (2.1) – (2.3) для определения уровня социо-эколого-экономической устойчивости траектории территориального развития на *первом этапе* моделирования являлся экологический КОС, оценка которого создает основу для формулирования стратегии достижения целей устойчивого развития путем нахождения баланса между экономическим ростом и сохранением (повышением) качества окружающей среды. В контексте территориального развития устойчивость включает в себя три ключевых измерения: экономический рост, охрану окружающей среды и социальное равенство (справедливость). Результаты эконометрического моделирования дают представление о взаимодействии между тремя измерениями устойчивости в регионах Китая.

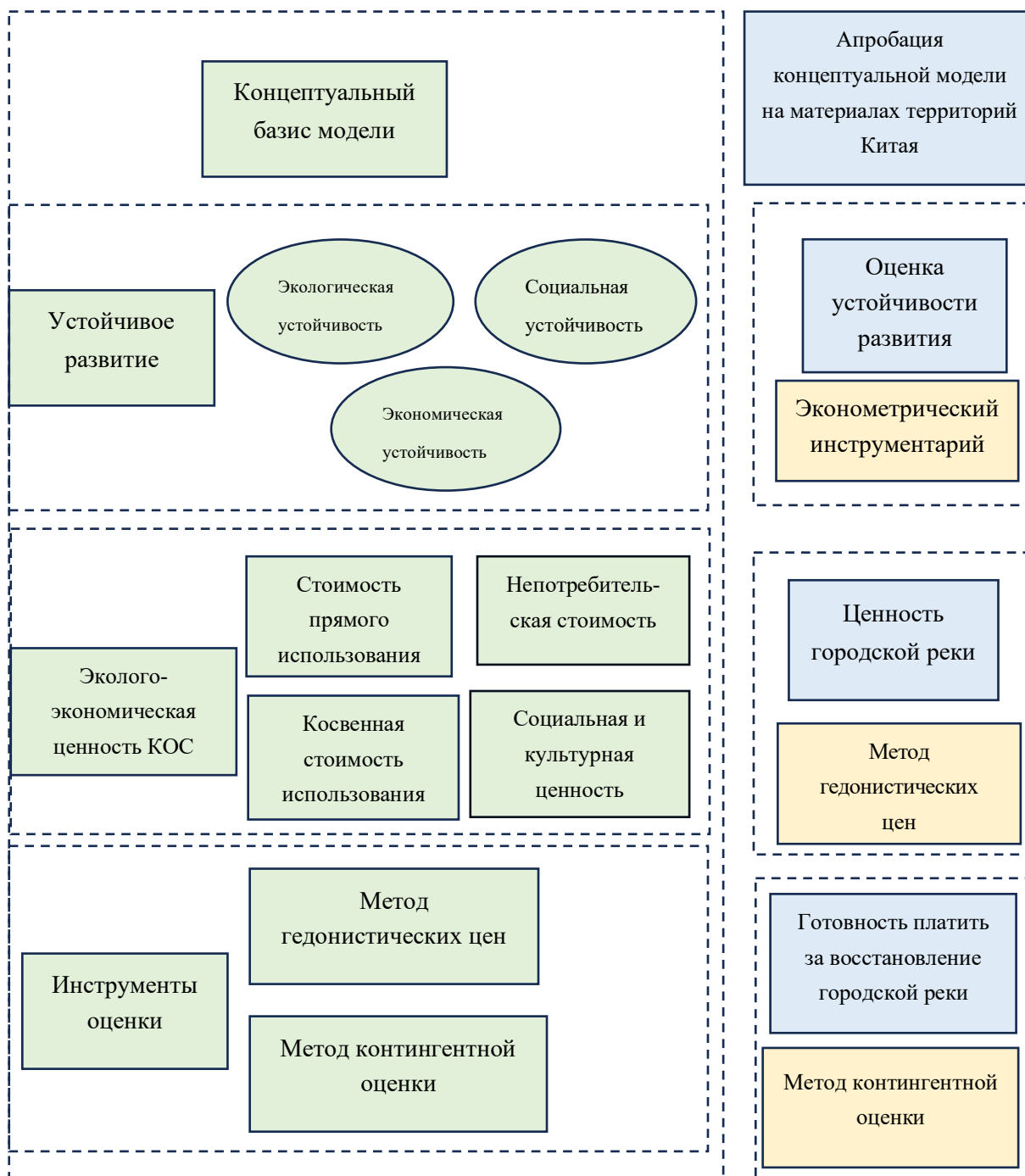


Рисунок 3.1 – Схема апробации концептуальной модели на материалах территорий Китая¹⁹⁵

¹⁹⁵ Разработан автором

Анализируя результаты эконометрических оценок за различные годы, можно проследить, как те или иные экономические, экологические и социальные факторы влияют друг на друга и способствуют достижению социо-эколого-экономической траектории устойчивого развития регионов, подчеркивая необходимость сбалансированного подхода к устойчивому развитию, учитывающего экономические, экологические и социальные аспекты.

Решение задачи индикации характеристик социально-экономической и экологической устойчивости территориального (регионального) развития учитывало рекомендованные авторитетными учеными принципы простоты, масштаба, измеримости, чувствительности и своевременности¹⁹⁶,¹⁹⁷ и реализовано с использованием данных Статистического ежегодника Китая, Ежегодника энергетической статистики Китая и Ежегодника экологической статистики Китая за 2008 и 2022 годы (табл.3.1). Выбор данных 2008 г. в качестве индикаторной базы дефинировался несколькими причинами, основными из которых являлись мировой экономический кризис и проведение КНР Олимпийских игр 2008 года, оказавших значимое влияние на все сферы территориальных систем.

¹⁹⁶ Harger J.R.E., Meyer F.-M. Definition of indicators for environmentally sustainable development. // *Chemosphere*. – 1996. – № 1. 9. – С. 1749-75.

¹⁹⁷ Ness B., Evelin U.-P., Anderberg S., Olsson L. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*. – 2007. – № 3. – С. 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>.

Таблица 3.1. Индикаторы социо-эколого-экономической устойчивости территориального развития¹⁹⁸

Индикатор / Переменная	Единица измерения	Обозначение в моделях (2.1)-(2.3)
ВРП	трлн юаней	gdp
Инвестиции в контроль загрязнения ОС	10000 юаней	polinv
Количество работников в сфере НИОКР	10000 человек	RDpop
Разница в доходах между городскими и сельскими жителями	10000 юаней	incdif
Суммарный объем загрязнителей	10000 тонн	Pollut
Количество людей, имеющих образование	чел.	Pedu
Площадь застроенных территорий	10000 м ²	constrspace
Электропотребление	млн ватт	eletri
Объем утилизации ТПО	10000 тонн	solwasuse
ВРП добывающей индустрии	млн юаней	Agri
ВРП обрабатывающей промышленности	млн юаней	ind
Количество частных автомобилей	10000 единиц	carN
Объем производства обрабатывающей промышленности	10000 тонн	indusprodu
ИРЧП		HDI
ВРП на душу населения	юани	pergdp
Численность городского населения	10000 человек	urbpop
Темпы естественного роста	проценты	NgrowR

Для индикации актуального состояния территорий Китая использованы официальные данные статистической отчетности за 2022 г. Существенная вариация ВРП, обобщенного уровня загрязнения ОС и ИРЧП по регионам Китая (рис. 3.2, 3.3, 3.4) позволила использовать данные индикаторы в качестве регрессантов в моделях оценки экономической, экологической и социальной устойчивости (2.1) – (2.3) соответственно.

¹⁹⁸Составлена автором

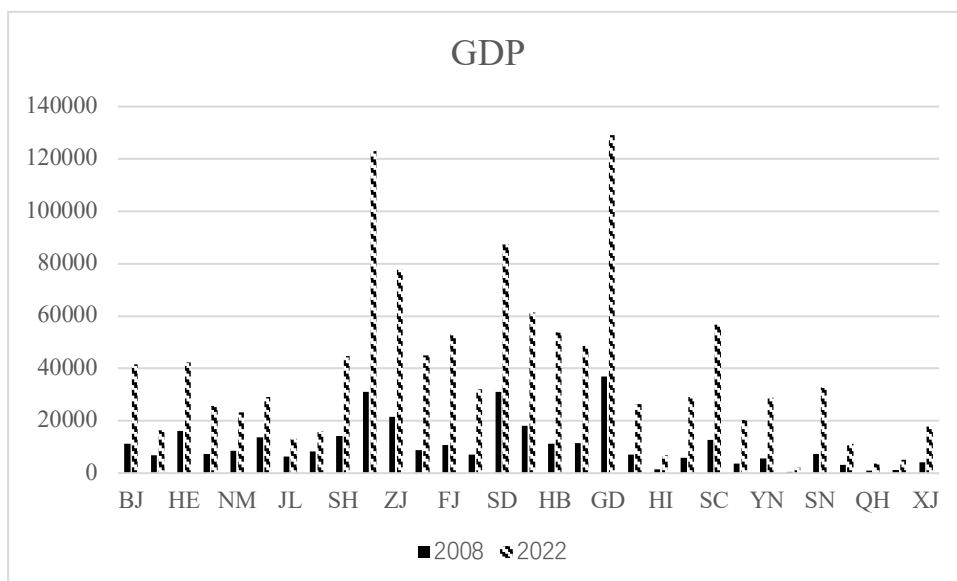


Рисунок 3.2. ВРП провинций Китая в 2008 и 2022 гг.¹⁹⁹

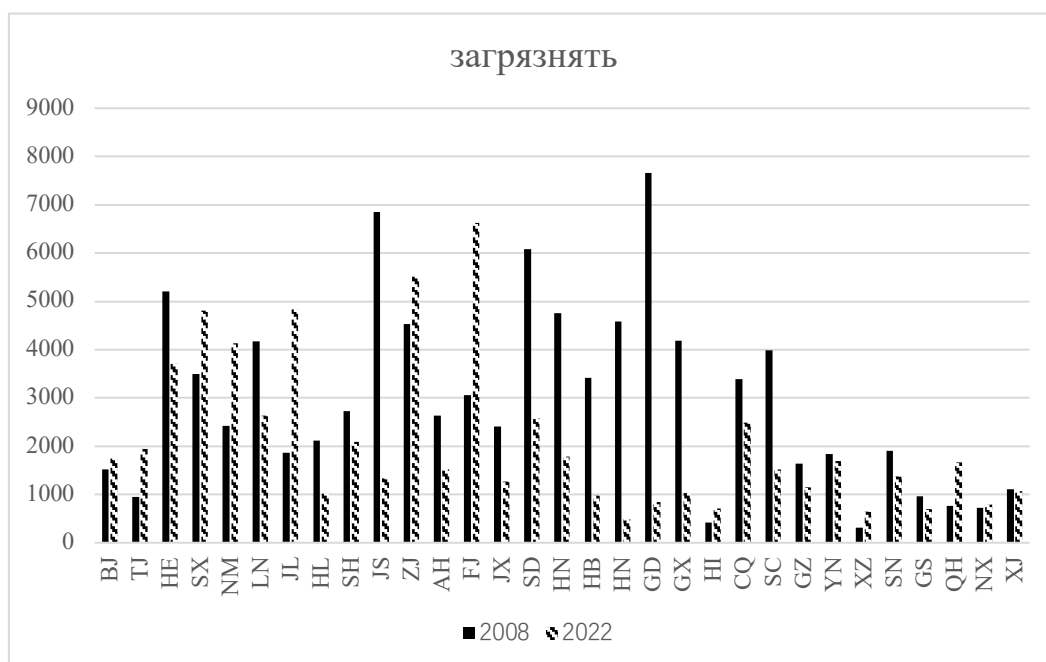


Рисунок 3.3. Обобщенный индикатор уровня загрязнения ОС в провинциях Китая в 2008 и 2022 гг.²⁰⁰

¹⁹⁹ Составлен автором

²⁰⁰ Составлен автором

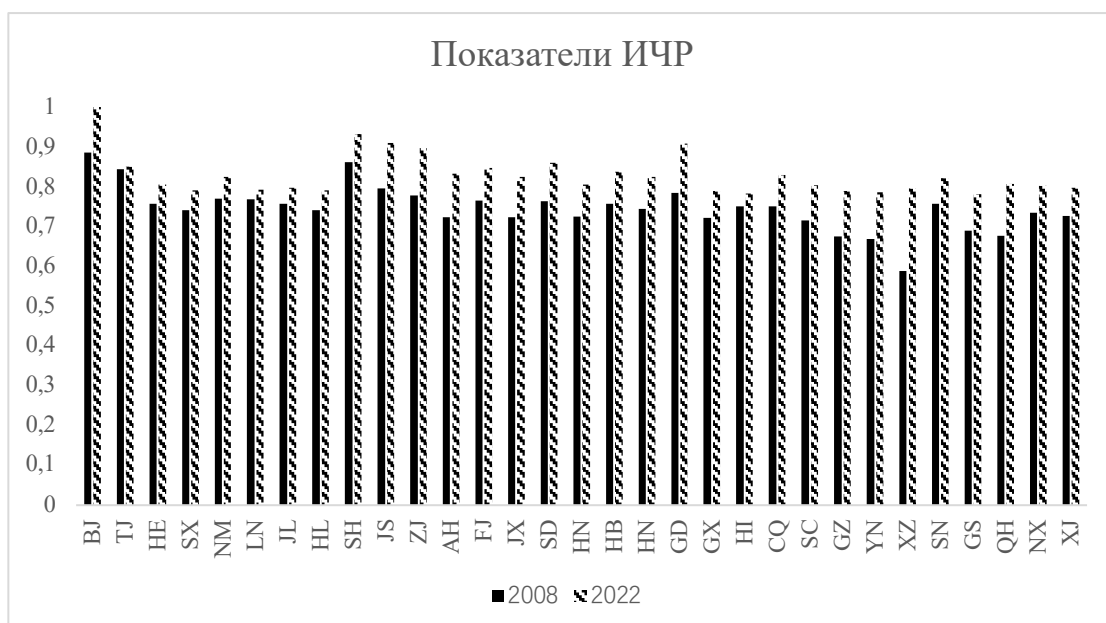


Рисунок 3.4. ИРЧП провинций Китая в 2008 и 2022 гг.²⁰¹

Результаты множественного регрессионного анализа, нацеленные на исследование взаимосвязей переменных в экономическом, экологическом и социальном секторах (рис.3.5,3.6) подтвердили исходную гипотезу о существовании статистически значимой взаимозависимости между ними.

Результаты моделирования экономической ситуации в китайских регионах в 2008 году выявили значимое положительное воздействие на достигнутый территориями уровень развития таких детерминант, как степень урбанизации, количество работников в сфере НИОКР и объем «зеленых» инвестиций, что демонстрирует важную роль НТП и инноваций, а также результативной экологической финансовой политики в развитии экономического сектора провинций Китая. При этом индикатор КОС не оказал существенного влияния на экономическое состояние региональных

²⁰¹ Составлен автором

систем.

Оценка регрессионной модели на основе информации 2022 года продемонстрировала аналогичные статистические закономерности – существенно позитивное влияние на ВРП трех детерминант – разницы в доходах городского и сельского населения, численности городского населения и сотрудников НИОКР. При этом (в отличие от эконометрической оценки 2008 г.) экологические индикаторы значимо (10% уровень значимости) воздействуют на валовый региональный продукт (уровень загрязнения окружающей среды различными видами отходов (КОС) негативно, объем «зеленых» инвестиций позитивно).

VARIABLES	(1) m1 gdp	(2) m2 pollut	(3) m3 HDI
constrspace		0.00507 (0.00819)	
eletri		1.342* (0.764)	
solwasuse		0.0360 (0.103)	
Agri		0.774** (0.311)	
ind		0.00176 (0.120)	
carN		0.145 (1.318)	
indusprodu		-0.0127 (0.0659)	
urbpop	2.938** (1.102)		-2.57e-06 (8.30e-06)
polinv	0.0126** (0.00518)		-4.96e-10 (3.31e-08)
RDpop	0.0825*** (0.0211)		
incdif	0.395** (0.167)		
pollut	0.236 (0.566)		1.00e-05 (7.74e-06)
Pedu	1.04e-05 (0.00152)		
pergdp			0.0261*** (0.00673)
NgrowR			-0.00353 (0.00282)
Constant	-3,930** (1,731)	445.4 (300.2)	0.697*** (0.0207)
Observations	30	30	31
R-squared	0.978	0.880	0.709

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Рисунок 3.5. Результаты моделирования по статистическим данным 2008 г.²⁰²

²⁰²Составлен автором по результатам моделирования в ПО Stata.

VARIABLES	(1) m1 gdp	(2) m2 pollut	(3) m3 HDI
constrspace		-0.0107*** (0.00241)	
eletri		1.119*** (0.355)	
solwasuse		0.538 (0.327)	
Agri		0.379** (0.165)	
ind		-0.0463 (0.0505)	
carN		1.733* (1.005)	
indusprodu		-0.0127 (0.0206)	
urbpop	8.815*** (1.376)		2.24e-06 (4.64e-06)
polinv	0.0103*** (0.00315)		2.32e-08 (1.92e-08)
RDpop	0.0782*** (0.0171)		
incdif	0.250** (0.108)		
pollut	-1.140* (0.565)		-4.18e-07 (5.06e-06)
Pedu	-0.000487** (0.000225)		
pergdp			0.0151*** (0.00172)
NgrowR			-0.00454** (0.00196)
Constant	-3,199 (2,714)	471.2 (321.8)	0.674*** (0.0157)
Observations	31	31	31
R-squared	0.984	0.908	0.782

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Рисунок 3.6. Результаты моделирования с использованием статистических данных 2022г.²⁰³

Результаты, представленные на рис.3.5, 3.6, иллюстрируют наличие сильной корреляционной связи между КОС (уровнем загрязнения окружающей среды), с одной стороны, и ростом ВРП, с другой. Следовательно, необходимо увеличивать объем инвестиций в мероприятия, способствующие снижению уровня загрязнения окружающей среды, что даст не только положительный экологический эффект, но и улучшит экономические показатели. Эффективные меры по контролю загрязнения имеют решающее значение для содействия устойчивому экономическому развитию.

²⁰³ Составлен автором по результатам моделирования в ПО Stata.

Моделирование экологической ситуации в провинциях в 2008 и 2022 годах показывает значимую положительную зависимость КОС от объемов электропотребления, строительных работ, производства добывающей и обрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и количества частных автомобилей. При этом влияние сельскохозяйственной деятельности на КОС более сильное по сравнению с воздействием обрабатывающей промышленности. Данный результат свидетельствует о необходимости добавления к активно реализуемым мерам по реструктуризации промышленности в сторону увеличения объемов производства обрабатывающей индустрии и снижению зависимости от ископаемого топлива мероприятий по экологически-ориентированной модернизации сельскохозяйственного сектора.

Энергетика и транспортные системы, особенно автомобили, вносят основной вклад в загрязнение (ухудшение качества) окружающей среды. Вследствие этого необходимы активные меры по стимулированию перехода на экологически чистые источники производства электроэнергии (в частности, энергию ветра и геотермальную энергию). Правительства также могут поощрять более широкое использование общественного транспорта взамен частных автомобилей и предоставлять стимулы для внедрения электромобилей, увеличивать объем инвестирования в развитие их инфраструктуры. Такие мероприятия могут снизить уровень загрязнения окружающей среды от энергетического сектора и транспорта.

Эти результаты подчеркивают важность внедрения устойчивых практик охраны окружающей среды от воздействия различных видов экономической деятельности. Кроме того, одними из актуальных мер, согласно результатам моделирования, являются мероприятия по повышению уровня урбанизации сельских территорий.

Что касается социальной устойчивости, индикатором которой выступает ИРЧП, то существенное влияние на нее, согласно результатам моделирования, оказывают факторы «ВРП на душу населения» и «темпы естественного роста». Влияние факторов, характеризующих КОС, при этом довольно незначительно, что может объясняться недостаточной интеграцией экологических показателей в оценку человеческого развития, а также в недостаточной осведомленности населения о долгосрочных последствиях экологических проблем. Необходимо продолжить эконометрические исследования, включив в рассмотрение большее количество данных, с тем, чтобы глубже исследовать характер взаимовлияний между уровнем загрязнения окружающей среды, здоровьем и продолжительностью жизни человека.

Результаты регрессионного анализа устойчивости социо-эколого-экономического развития территорий Китая позволяют понять взаимосвязь между различными социально-экономическими и экологическими факторами и экономическими результатами, а также выявить ряд ключевых тенденций. Уровень урбанизации неизменно оказывает сильное

положительное влияние на экономический рост; влияние же уровня образования населения (инвестиций в образование) не столь значимо, что может отражать изменения на рынке труда или неэффективность системы образования. Результаты свидетельствуют о том, что не только промышленность, но и сельское хозяйство оказывают значительное воздействие на КОС (причем воздействие сельскохозяйственного сектора на КОС более выражено по сравнению с промышленным), и для решения экологических проблем необходим более целостный (комплексный) подход. Негативное влияние уровня загрязнения окружающей среды постоянно возрастает, что, вероятно, связано с кумулятивным эффектом. Особое внимание государственной политики должно быть сосредоточено на активизации мер по использованию экологически чистых источников энергии, прежде всего, в секторе автомобильного транспорта, что будет способствовать созданию более устойчивой и экологически чистой среды.

Таким образом, эконометрическое моделирование позволяет получить ценную информацию о степени устойчивости траектории социо-эколого-экономического развития китайских регионов и влияющих на нее ключевых факторах, что играет центральную роль в определении приоритетных направлений государственной политики, нацеленной на достижение целей устойчивого развития 2030. Результаты эконометрического моделирования указывают на то, что провинции Китая сталкиваются со сложными компромиссами между экономическим развитием, охраной окружающей

среды и социальным прогрессом. Положительная связь между инвестициями в борьбу с загрязнением окружающей среды и ростом ВРП говорит о том, что решение экологических проблем может способствовать экономической устойчивости. Аналогичным образом, усиление негативного влияния КОС на экономику с 2008 по 2022 год подчеркивает важность экологической устойчивости для долгосрочного экономического процветания.

Для обоснования направлений государственной политики, нацеленной на достижение целей устойчивого развития, необходимо выявить готовность жителей платить за повышение качества окружающей среды территорий.

3.2 Выявление готовности платить за повышение качества окружающей среды территорий с использованием гедонистического и контингентного инструментов диагностики предпочтений жителей

Целью экономической оценки структурных составляющих КОС урбанизированных территорий Китая является выявление ценности отдельных компонентов с применением объективных и субъективных методов, что позволяет в дальнейшем учесть КОС при принятии согласованных эколого-экономических решений, нацеленных на повышение уровня устойчивости динамической траектории территориального развития.

Одной из важных структурных составляющих КОС является качество водных ресурсов, в том числе качество городских внутренних рек. Выявление готовности платить (ГП) за улучшение качественных характеристик данного компонента КОС реализовано в г. Наньян на юго-западе китайской провинции Хэнань, через всю территорию которого протекает река Белая (рис. 3.7).

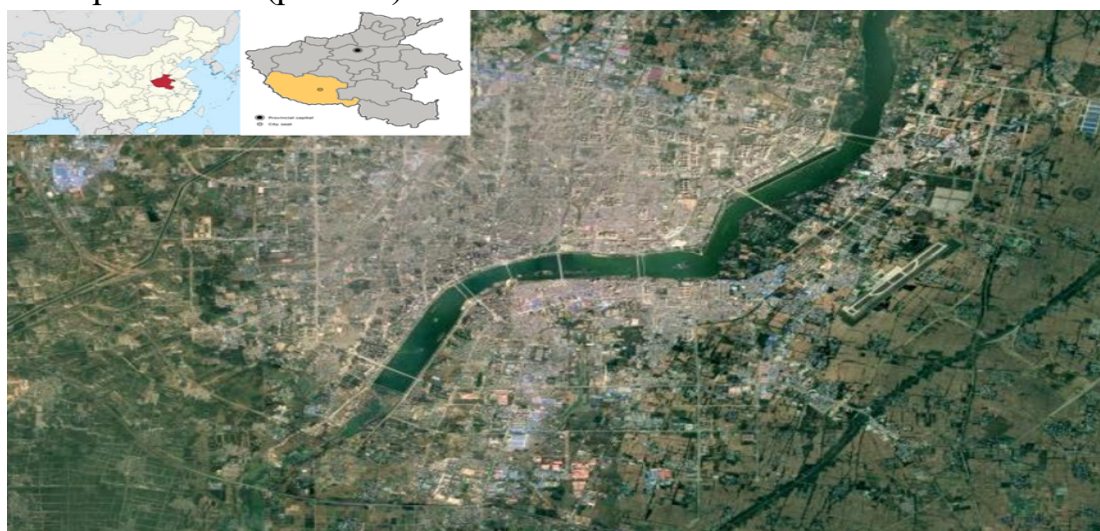


Рисунок 3.7. Территория города Наньян²⁰⁴

Выбор вида и переменных гедонистической модели ценообразования опирался на результаты актуальных тематических исследований в Германии, Великобритании и Испании, на опыт использования тех или иных индикаторов, характеризующих качество водных ресурсов. Так, компания Euler & Heldt провела исследование по управлению водоразделом, используя ландшафт в качестве одного из ключевых показателей экологического управления²⁰⁵. Сандер и Поласки в качестве индикаторов экологических

²⁰⁴ Создан автором с помощью Google Maps.

²⁰⁵ Euler J., Heldt S. From information to participation and self-organization: Visions for European river basin management. // Science of the Total Environment. – 2018. – С. 905-14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.072>.

удобств в гедонистической модели ценообразования выбрали наличие вида на реку и цены на недвижимость в округе Рэмси²⁰⁶.

В настоящем исследовании вид на реку включен в гедонистическую модель ценообразования в качестве ключевой факторной переменной для оценки влияния данного экологического атрибута на цены на недвижимость. Кроме того, в соответствии с традиционными китайскими концепциями «инь» и «ян» при моделировании учтено местоположение жилой недвижимости как части речного ландшафта. В Китае люди при принятии решений обычно предпочитают недвижимость в направлении «ян», а не в направлении «инь». Центр города Наньян расположен в центре бассейна Наньян и с трех сторон окружен горами. Рельеф простирается с северо-запада на юго-восток, образуя ландшафт в форме подковы, открытый на юг. В этом районе четыре четко выраженных сезона и обильные осадки, среднегодовое количество осадков колеблется от 696,6 мм до 1149,8 мм.

Город Наньян богат водными ресурсами и имеет множество рек. Среди них река Байхэ, расположенная на юго-востоке и представляющая собой важную периферийную водную систему, протекающую через город на протяжении 25,6 километров. Кроме того, в центре города также есть внутренние водные системы, такие как река Санли, реки Мэйси и Вэньлян,

²⁰⁶ Sander H. A., Polasky S. The value of views and open space: Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA. // Land Use Policy – 2009. – № 1. 3. – С. 837-45

река Двенадцать миль, реки Иси и Ли. Эти реки текут с севера на юг и образуют хорошо распределенную взаимосвязанную сеть (рис. 3.8).



Рисунок 3.8. Карта внутренних рек г. Наньян²⁰⁷

С января по июнь 2022 года проводилось анкетирование жителей, проживающих в радиусе 2 километров от двух внутренних рек. В ходе данного исследования в качестве целевой группы случайным образом, опираясь на опросные методики городского населения, были выбраны 326 жителей^{208,209}. Процедура анкетирования с целью сбора информации для построения гедонистической модели учитывала тот факт, что проживание в пределах 2 километров от водных источников, как было доказано, влияет на рекреационную активность жителей и восстановление рек²¹⁰. Анализ

²⁰⁷Создан автором с помощью Google Maps.

²⁰⁸ Guimarães, L.F., Teixeira F.C., Pereira J.N., Becker B.R., Oliveira A.K.B., Lima A.F., Veról A.P., Miguez M.G. The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals. // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – С.128330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128330>.

²⁰⁹ Cheng P., Tang H., Zhu S., Jiang P., Wang J., Kong X., Liu K. Distance to river basin affects residents willingness to pay for ecosystem services: Evidence from the Xijiang river basin in China. // *Ecological Indicators*. – 2021. – С. 107691. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107691>.

²¹⁰ Zhang Z., Zhang H., Feng J., Wang Y., Liu K. Evaluation of Social Values for Ecosystem Services in Urban Riverfront Space Based on the SolVES Model: A Case Study of the Fenghe River, Xi'an, China.// *International*

демографических характеристик выборочной совокупности респондентов – жителей двух районов г. Наньян с использованием выборочных демографических тестов хи-квадрат ^{211,212} выявил ключевые переменные гедонистической модели – факторы, влияющие на готовность платить за восстановление городских рек – уровень образования, пол и возраст респондента, его ежемесячный доход, расстояние его жилья от реки, статус занятости (Приложение 3, табл. 3.2, 3.3). В исследовании использовались также статистические данные из нескольких источников. Информация о продажах недвижимости взята с китайского сайта недвижимости Anjuke. Экологические данные о реке были собраны с помощью Google Maps, а для измерения расстояний использовалось программное ГИС-обеспечение.

В эконометрическом анализе результатов опроса использовались логистические модели – распространенный в экономике метод моделирования дискретного выбора и оценки вероятности того, что респонденты выберут те или иные варианты.

Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – № 5. – С. 2765. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052765>.

²¹¹ Lindner J. R., Murphy T. H., Briers G.E. Handling Nonresponse In Social Research. // Journal of Agricultural Education. –2001. <https://doi.org/10.5032/jae.2001.04043>.

²¹² Adams D. C., Bwenge A.N., Lee D. J., Larkin S. L., Janaki R.R. Alavalapati Public preferences for controlling upland invasive plants in state parks: Application of a choice model. // Forest Policy and Economics. –2011. –№ 6. – С. 465-72. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.04.003>.

Таблица 3.2. Количественные характеристики переменных модели

готовности платить за восстановление речной рекреации²¹³

Обозначения переменных	Сущность	Кол-во наблюдений	Среднее	Стандартная ошибка	Мин	Макс
bid1	Величина готовности платить – первая денежная сумма от 10 до 50 юаней	326	28,71	16,06	10	50
ans1	Готовность платить 1: 1 = хотел бы заплатить; 0 в противном случае	326	0,448	0,498	0	1
bid2	Вторая сумма платежа от 5 до 55 юаней	326	28,19	16,65	5	55
ans2	Готовность платить 2: 1 = хотел бы заплатить; 0 в противном случае	326	0,475	0,500	0	1
Nochildren	Количество детей респондента в возрасте до 12 лет, проживающих в доме	326	2,408	0,766	1	4
freq	Частота посещения респондентом берега реки	326	2,429	1,476	0	5
time	Средняя продолжительность каждого посещения в часах	326	2,067	1,399	0	5
recreation	Еженедельное участие в рекреационных мероприятиях: 1 = респондент участвует в рекреационных	326	0,896	0,306	0	1

²¹³Составлена автором по результатам расчета с использованием ПО Stata.

	мероприятиях еженедельно; 0 в противном случае					
inlandriverrecreation	Выбирают ли респонденты берег реки для отдыха: 1 = респондент выбирает отдых на берегу реки; 0 в противном случае	326	0,831	0,375	0	1

Таблица 3.3. Количественные характеристики переменных модели
готовности платить за экологическое восстановление рек.²¹⁴

Обозначения переменных	Сущность	Кол-во наблюдений	Среднее	стандартная ошибка	Мин	Макс
bid1	Величина готовности платить – первая денежная сумма от 10 до 50 юаней	326	25,15	16,60	10	50
ans1	Готовность платить 1: 1 = хотел бы заплатить; 0 в противном случае	326	0,340	0,475	0	1
bid2	Вторая сумма платежа от 5 до 55 юаней	326	23,56	17,15	5	55
ans2	Готовность платить 2: 1 = хотел бы заплатить; 0 в противном случае	326	0,414	0,493	0	1
aware	Осведомленность респондентов о важности восстановления рек (1 = ничего не знают; 2 = знают немного; 3 = знают немного; 4 = знают много)	326	2,387	0,972	1	4
waterquality	Осведомленность респондентов о важности качества воды внутренних рек (1 =	326	0,816	0,388	0	1

²¹⁴Составлена автором по результатам расчета с использованием программного обеспечения Stata.

	ничего не знают; 2 = знают немного; 3 = знают немного; 4 = знают много)					
urbaneco	Осведомленность респондентов о пользе экосистем внутренних рек (1 = ничего не знают; 2 = знают немного; 3 = знают немного; 4 = знают много)	326	0,500	0,501	0	1

Для определения средней ГП по альтернативным ценам использовался вопрос с двойным дихотомическим выбором, цель которого – уменьшение систематической ошибки и повышение эффективности эконометрических оценок по сравнению с использованием единой модели дихотомического выбора ²¹⁵. Результаты эконометрической оценки готовности платить за экологическое восстановление городских внутренних рек, представленные в таблице 3.4, показали статически значимое влияние на готовность платить за экологическое восстановление городских рек таких факторов, как уровень дохода и образования ($\beta = 8,27$ и $3,67$ соответственно), расстояние от дома до реки ($\beta = -1,87$), осведомленность о проблемах окружающей среды ($\beta = 5,86$) и городской экологии ($\beta = 6,43$).

Таблица 3.4. Результаты эконометрической оценки готовности платить за экологическое восстановление городских внутренних рек.²¹⁶

²¹⁵ Hanemann M., Loomis J., Kanninen B. Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. // American Journal of Agricultural Economics. –1991. – № 1. 4. – С. 1255-63. <https://doi.org/10.2307/1242453>.

²¹⁶ Составлена автором по результатам расчетов в ПО Stata.

Переменная	Коэффициент регрессии β	Описание переменной
Уровень образования	3,67***	Положительный значимый эффект на готовность платить за восстановление окружающей среды. Более высокий уровень образования повышает вероятность внесения финансового вклада в восстановительные работы.
Пол	0,60	Пол респондента оказывает незначительное влияние на готовность платить за улучшения.
Возраст	-1,76	Респонденты старшего возраста менее готовы платить за восстановление реки или улучшение экологической обстановки.
Уровень дохода	8,27***	Более высокий доход значительно повышает готовность платить за экологические инициативы
Расстояние от дома до реки	-1,87	Чем дальше респондент живет от реки, тем меньше он готов платить за восстановление
Статус занятости	0,52	Статус занятости оказывает небольшое влияние на готовность платить.
Восстановление реки	5,86***	Люди, более осведомленные о проблемах окружающей среды, готовы внести финансовый вклад в восстановление рек
Качество воды	7,54	Осведомленность о качестве воды не была статистически значимым предиктором
Городская экология	6,43**	Люди с более высоким уровнем осведомленности о городской экологии с большей вероятностью поддержат реставрацию

Константа модели	-39,56***	Большая отрицательная константа указывает на то, что без учета других факторов готовность платить, как правило, низкая
Количество наблюдений	326	

В таблице 3.5 приведены результаты регрессионной оценки ГП за восстановление внутренних рек в рекреационных целях. Две переменные – уровень образования и уровень дохода – оказывают статистически значимое положительное влияние на готовность платить, что согласуется с результатами анализа экологического восстановления рек. Расстояние от дома реки негативно влияет на ГП за рекреационное восстановление городских внутренних рек – чем больше это расстояние, тем ниже готовность респондентов платить за рекреационное восстановление внутренних городских рек. Помимо данных 3 факторов, количество детей в семье респондентов (6,08), количество еженедельных рекреационных поездок на реку (4,12) и продолжительность каждой рекреационной поездки (2,94) также оказали значительное влияние на ГП.

Таблица 3.5. Результаты эконометрической оценки готовности платить за рекреационное восстановление городских внутренних рек.²¹⁷

Переменная	Бета	Описание переменной
Уровень образования	7,07***	Более высокий уровень образования значительно увеличивает выплаты на восстановление рек.

²¹⁷Составлен автором по результатам моделирования в ПО Stata.

Пол	1,26	Более высокий уровень образования значительно увеличивает выплаты на восстановление рек.
Возраст	-1,82	Респонденты старшего возраста с меньшей вероятностью заплатят за восстановление реки, но эта связь не является статистически значимой.
Уровень дохода	11,11***	Доход оказывает сильное, положительное и значительное влияние на выплаты; более высокие доходы приводят к увеличению взносов.
Расстояние до реки	-3,38**	Расстояние оказывает отрицательное влияние, то есть респонденты, находящиеся дальше от реки, меньше платят за восстановление.
Статус занятости	-0,50	Статус занятости не оказывает существенного влияния на выплаты.
Количество детей	6,08***	Домохозяйства с большим количеством детей больше платят за рекреационное восстановление.
Частота рекреационных мероприятий	4,12***	Частота рекреационных мероприятий респондентов увеличивает их платежи на восстановление реки.
Время	2,94**	Продолжительность рекреационных мероприятий также положительно влияет на выплаты.
Выбор берега реки для отдыха	-6,40	Участие в рекреации на внутренних реках не оказывает существенного влияния на выплаты.
Константа модели	- 43,13***	Указывает на то, что при отсутствии других влияющих факторов платежи, как правило, низкие.
Количество наблюдений	326	

В таблице 3.6 представлены результаты регрессионного анализа с применением логит-модели, позволившей оценить вероятность согласия респондентов с каждым уровнем ставки платежа в зависимости от их характеристик. Окончательные значения средней готовности платить (WTP) за два вида работ по восстановлению городских рек: экологическое восстановление (WTP_e) и рекреационное восстановление (WTP_r)²¹⁸ были рассчитаны с помощью метода оценки максимального правдоподобия, который позволяет эффективно агрегировать ответы и корректировать возможные погрешности в процессе торгов. В среднем респонденты готовы заплатить больше за рекреационное восстановление (21,26 CNY), чем за экологическое (9,13CNY). Высокозначимые z-коэффициенты и узкие доверительные интервалы свидетельствуют о том, что эти результаты надежны и не оставляют места для колебаний за пределами указанных диапазонов.

Таблица 3.6. Готовность городских жителей платить за экологическое и рекреационное восстановление внутренних рек²¹⁹

	Коэффициент.	Стандарт. ошибка	z	P>z	[95% согласия. интервал]	
WTP_e	9,131342	1,717484	5,32	0	5,765135	12,49755
WTP_r	21,25621	1,372313	15,49	0	18,56652	23,94589

²¹⁸ Ключевыми переменными в этом анализе являются коэффициенты, стандартные ошибки, z-коэффициенты (z), p-значения (P>z) и доверительные интервалы (95% доверительный интервал).

²¹⁹ Составлен автором по результатам моделирования в ПО Stata.

Основными факторами, влияющими на готовность платить за восстановление рек для рекреации, являются частота и продолжительность отдыха респондентов. При этом базовые знания респондентов о восстановлении экологии рек и осведомленность о качестве окружающей среды существенно повлияли на их готовность платить за экологическое восстановление.

Данные опроса показывают, что респонденты характеризуются довольно высокой степенью понимания экологических преимуществ восстановления городских внутренних рек и еще более высокой осведомленностью об эффектах от их рекреационного восстановления. Разница в степени осведомленности объясняет более высокую готовность платить за рекреационное восстановление рек по сравнению с их экологическим восстановлением.

Результаты показывают разную степень готовности жителей платить за два вида мероприятий по восстановлению городских водных путей. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, в которых изучалась готовность городских жителей платить за каждый тип восстановления реки отдельно. А именно: на готовность жителей платить за восстановление экологии рек в основном влияют уровни образования и доходов, а также осведомленность о значимости качества водных ресурсов и

восстановительных мероприятиях, направленных на его улучшение. Данный результат согласуется с выводами Ишэн, Р. и др.²²⁰, Кунвара и др.²²¹.

Что касается рекреационного восстановления реки, результаты показывают, что помимо факторов, воздействующих на ГП за экологическое восстановление (уровней образования и дохода, осведомленности о значимости качества водных ресурсов и восстановительных мероприятий), на готовность платить за данный вид восстановления существенно влияют расстояние от берега реки, а также частота и продолжительность отдыха на берегу реки. Эти результаты согласуются с исследованиями Льянос-Паес и Акунья²²², Ли и др.²²³.

Результаты исследования готовности жителей платить за два вида восстановительных мероприятий дополняют и расширяют современную базу принятия эколого-экономических решений, нацеленных на повышение КОС, что влечет за собой и увеличение степени устойчивости территориального развития. Увеличение (расширение) базы связано, прежде всего, с выявлением ключевых социально-экономических факторов –

²²⁰ Ren Y., Lu L., Zhang H., Chen H., Zhu D. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin // *Journal of Cleaner Production*. –2020. –С. 122301. [10.1016/j.jclepro.2020.122301](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122301)

²²¹ Kunwar S. B., Bohara A. K., Thacher J. Public preference for river restoration in the Danda Basin, Nepal: A choice experiment study *Ecological Economics*. –2020. –С. 106690. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106690>.

²²² Llanos-Paez O., Acuña V. Analysis of the socio-ecological drivers of the recreational use of temporary streams and rivers // *Science of the Total Environment*. –2022. –С. 150805. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150805>.

²²³ Lee F.Y. S., Ma A.T. H., Cheung L.T. O. Resident Perception and Willingness to Pay for the Restoration and Revitalization of Urban Rivers // *Water*. –2021. –№ 1. –С. 2649. <https://doi.org/10.3390/w13192649>.

детерминант готовности городских жителей платить за различные виды восстановления реки и с тем, что респонденты в большей степени готовы платить за рекреационное восстановление рек, в меньшей – за экологическое. В качестве новаций следует рассматривать выявление двух факторов, воздействующих на готовность респондентов платить за восстановительные мероприятия – расстояние от дома до реки и численность детей в домохозяйстве (в случае эконометрической оценки ГП за рекреационно-нацеленное восстановление реки)²²⁴. Эти результаты имеют важное значение для политиков, стремящихся найти баланс между экологическими и рекреационными целями.

Результаты эконометрической оценки факторов, влияющих на разницу в готовности платить за экологическое и рекреационное восстановление городских рек²²⁵ (табл. 3.7) свидетельствуют о том, что более высокий уровень образования ($wtp_e = 0,253$, $wtp_r = 0,286$) значительно повышает готовность респондентов платить за оба вида восстановления реки, однако не оказывает существенного влияния на разницу между ними. Возраст респондента, его статус занятости существенно не влияют ни на готовность платить, ни на разницу ГП за 2 различных вида восстановительных мероприятий. Значимый отрицательный

²²⁴ Данный факт может быть связан с высоким спросом детей на развлекательные мероприятия, такие как катание на лодках и развлечения на берегу реки.

²²⁵ wtp_{dif} - разница в ГП между рекреационным и экологическим восстановлением, wtp_e – ГП за экологическое восстановление и wtp_r - ГП за рекреационное восстановление.

коэффициент wtp_r (-0,326) при переменной «Расстояние от дома до реки» указывает на то, что респонденты, живущие дальше от реки, менее готовы платить за рекреационное восстановление. Респонденты с более высоким уровнем дохода также в большей степени готовы платить за восстановление качества воды в реке как в экологических, так и в рекреационных целях. На разницу в готовности платить за 2 вида восстановительных мероприятий в наибольшей степени повлияли пол респондента и расстояние от дома до реки.

Таблица 3.7. Результаты эконометрического моделирования различия ГП за экологическое и рекреационное восстановление реки.²²⁶

Переменная	wtp_{dif}	wtp_e	wtp_r
Уровень образования	0,111	0,253***	0,286***
Пол	0,282*	0,209	0,501***
Возраст	0,00545	-0,0885	-0,0166
Расстояние от дома до реки	- 0,209***	-0,0345	-0,326***
Статус занятости	-0,00688	-0,00381	0,138
Уровень дохода	-0,0421	0,747***	0,237**
Константа модели	-0,0972	- 2,780***	-0,548
Количество наблюдений	326	326	326

Результаты исследования повышают научно-исследовательскую разработанность проблемы эколого-экономической оценивания КОС, предоставляя эмпирические доказательства различия общественных предпочтений в отношении целей восстановления рек. Результаты

²²⁶Составлен автором по результатам моделирования в ПО Stata.

показывают, что готовность людей платить за восстановление реки в рекреационных целях (около 382,5 миллиона юаней в год) превышает их готовность платить за ее восстановление в экологических целях (около 165 миллионов юаней в год). Использование вероятностной модели позволило выявить факторы, дефинирующие эту разницу – доход, уровень образования, экологическая осведомленность и частота рекреации на реке. Эти результаты подчеркивают важность того, чтобы политики учитывали выявленные предпочтения общественности при разработке и реализации программ восстановления рек.

Значение полученных результатов выходит за рамки чисто академической сферы, поскольку они обеспечивают ценную практическую поддержку для принятия решений по обеспечению устойчивости развития города Наньян путем разработки стратегии, уравнивающей экономический рост и защиту окружающей среды. В конечном итоге полученные результаты послужат ценным ресурсом для продвижения устойчивых практик, которые имеют решающее значение для долгосрочного благополучия города Наньян и его жителей.

3.3 Оценка ценности городских зеленых зон: пространственно-взвешенный подход гедонического ценообразования

Решение проблемы обеспечения устойчивого развития территорий Китая в значительной степени зависит от интенсивности внедрения в систему городского менеджмента «зеленых» технологий, в том числе, от

политики пространственного развития городских зеленых зон. Продемонстрируем на примере «зеленых», так называемых «лесных», городов, успешно развивающихся в Китайской Народной Республике, что внедрение пространственно-взвешенного подхода гедонического ценообразования в практику городского планирования позволит преодолеть ряд существующих ограничений и повысить точность экономического оценивания площади зеленых зон, что, соответственно, улучшит качество городской среды в китайских мегаполисах – значимого фактора устойчивого развития урбанизированных территорий.

Городские зеленые насаждения, включая леса, луга и водно-болотные угодья, являются неотъемлемой частью городской экосистемы. Эти территории оказывают такие экологические услуги, как снижение уровня загрязнения окружающей среды, локальное охлаждение и улучшение качества воздуха. Несмотря на их существенные преимущества, стоимость этих пространств не находит прямого отражения в рыночных ценах. Поэтому понимание их экономического вклада имеет решающее значение для разработки эколого-экономической политики достижения целей устойчивого развития 2030.

В исследовании используется пространственно-взвешенная гедонистическая модель ценообразования для оценки стоимости городских зеленых насаждений в 62 китайских «лесных» городах. Китайская инициатива «Национальный лесной город» отражает стратегическое

стремление привести городское развитие в соответствие с целями устойчивости. Национальный лесной город определяется как городской район, в котором лесная растительность играет центральную роль в экосистеме²²⁷.

Модель учитывает разброс цен на жилье в зависимости от близости к зеленым насаждениям с использованием методов пространственной эконометрики для отражения эффекта перемещения жителей между городскими территориями. Гедонистическая модель ценообразования оценивает, как характеристики окружающей среды, такие как зеленые насаждения, влияют на стоимость недвижимости. Методы пространственной эконометрики, такие как модель пространственной авторегрессии (SAR), расширяют этот анализ, рассматривая пространственные отношения между городами.

Модель построена на основе панельных данных о площади зеленых насаждений в ракурсе объектов недвижимости и о сделках с жилой недвижимостью с 2010 по 2018 год (558 сделок) в выборке «лесных» городов (цены на недвижимость, этажность, год постройки, ориентация и состояние отделки, инфраструктура) (Приложение 4).

Изучение корреляционно-регрессионной связи между площадью зеленых насаждений и ценами на недвижимость позволило количественно

²²⁷ Площадь зеленых насаждений в городских застроенных районах должна превышать 35 %, а минимальный показатель озеленения должен составлять 33 %.

оценить экономические преимущества городских зеленых насаждений. Полученные результаты дают ценное представление о роли зеленых насаждений в обеспечении устойчивого развития городов, подчеркивая их вклад не только в КОС, но и в экономическую жизнеспособность городов.

По результатам регрессионного анализа цен на жилье в 62 китайских «лесных» городах выявлены следующие закономерности (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Результаты гедонистического OLS-моделирования ценообразования

	OLS
ПЕРЕМЕННЫЕ	
Площадь зеленых зон	0,0978***
ВРП на душу населения	0,0603***
Количество этажей в доме	29,80
Обеспеченность инфраструктурой здравоохранения	181,8
Обеспеченность инфраструктурой среднего образования	745,5***
Год постройки	-32,56
Ориентация	87,13
Наличие ремонта	-609,4
Обеспеченность транспортом	-78,83
Константа модели	64,748
Количество наблюдений	558
R-квадрат	0,532

Площадь зеленых насаждений оказывает значимое положительное влияние: каждый дополнительный квадратный метр повышает цены на жилье на 9,78% ($p < 0,01$). ВРП на душу населения демонстрирует схожий эффект – его рост на 1% вызывает повышение цен на 6,03%. Влияние обеспеченности инфраструктурой образования также статистически значимо: каждая школа в радиусе 1 км повышает цены на CNY745,5/м² (p

<0,01). Результаты моделирования не показали существенного влияния на цены других учтенных в модели факторов. Таким образом, площадь зеленых зон и обеспеченность инфраструктурой здравоохранения являются ключевыми факторами, определяющими цены на жилье в экологически ориентированных городах.

Пространственный авторегрессионный анализ (SAR), анализ с использованием пространственной модели Дарбина (SDM) и модели пространственных ошибок (SEM) цен на жилье в лесных городах Китая выявил следующие ключевые закономерности (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Результаты гедонистического SAR, SDM, SEM-моделирования ценообразования

ПЕРЕМЕННЫЕ	SAR	SDM	SEM
ВРП на душу населения	0,285***	0,267***	0,336***
Площадь зеленых зон	0,129***	0,122***	0,110***
Количество этажей в доме	-0,000248	-0,000521	-0,000103
Обеспеченность инфраструктурой здравоохранения	0,00365	0,00467	0,00407
Обеспеченность инфраструктурой среднего образования	0,0144***	0,0128***	0,00919***
Год постройки	-0,00274*	-0,00264*	-0,00244*
Ориентация	0,00767	0,00341	0,00537
Наличие ремонта	0,0202	0,00935	0,0166
Обеспеченность транспортом	0,00202	0,00239	0,00153
Константа модели	9,514***	11,29***	10,11***

Количество наблюдений	558	558	558
R-квадрат	0,497	0,543	0,524

ВРП на душу населения и площадь зеленых зон оказались наиболее значимыми факторами. Рост ВРП на душу населения в соответствии с моделью SAR на 1% ведет к повышению цен на 0,285% ($p < 0,01$), а увеличение площади зеленых насаждений на 1% повышает цены на 0,129% ($p < 0,01$). Среди социальных объектов значимое влияние оказывает только количество школ в радиусе 1 км: увеличение их числа на 1% повышает цены на 0,0144% ($p < 0,01$).

В целом, результаты регрессионного анализа свидетельствуют о значимом положительном влиянии площади зеленых насаждений, ВРП на душу населения и близости к школам на цены на жилье в городах-лесах. Другие факторы, такие как количество больниц, ориентация зданий и статус отделки, также играют определенную роль, хотя их влияние не столь четко выражено в данных моделях.

Интеграция в оценочную модель механизма пространственной эконометрики придает полученным экономическим оценкам новое свойство – свойство учета пространственной неоднородности. Учет при моделировании пространственного фактора позволяет к результатам эконометрических оценок добавить тот факт, что цены на жилье имеют пространственную автокорреляцию, следовательно, стоимость жилья в одном городе будет зависеть от цен на дома в соседних городах.

Регрессионный анализ рынка жилья выявил комплексную взаимосвязь между экологическими, экономическими и социальными факторами городского развития. Площадь зеленых насаждений стабильно демонстрирует положительное влияние на цены жилья, подтверждая значимость экологического фактора в городском планировании. Параллельно, рост ВРП на душу населения не только повышает цены на недвижимость, но и расширяет возможности городов инвестировать в инфраструктуру и экологические проекты. Обеспеченность социальной инфраструктурой значимо влияет на стоимость жилья, что указывает на важность интеграции социальных элементов в эколого-экономическую модель развития. При этом отрицательное влияние возраста зданий на цены подчеркивает необходимость постоянной модернизации городской инфраструктуры.

Результаты исследования подтверждают эффективность комплексного подхода к городскому развитию, где экологическая устойчивость, экономический рост и социальное благополучие являются взаимосвязанными компонентами территориального развития Китая.

Выявленная в данном исследовании статистически значимая связь между ценой жилья и площадью зеленых насаждений может служить основой как для обоснования и разработки экологически эффективных муниципальных стратегий пространственного развития урбанизированных территорий, так и для изменения потребительского

поведения горожан, все более осознающих ценность экологических атрибутов городской среды.

3.4 Идентификация ключевых направлений повышения устойчивости динамики развития территорий Китая на основе совершенствования инструментария эколого-экономической оценки качества окружающей среды

Системная эколого-экономическая оценка КОС для устойчивого развития территории имеет свою специфику в достижении ЦУР 2030 и базируется на трех «китах»: (1) политика снижения негативного влияния растущего уровня загрязнения окружающей среды (в частности, SO₂, CO₂ и твердых отходов) на ВРП, что подчеркивает экономическую актуальность борьбы с загрязнением; (2) значительное предпочтение общественностью рекреационных, а не экологических выгод при восстановлении рек, что подтверждается более высокой готовностью платить за рекреационные улучшения; и (3) положительная корреляция между площадью городских зеленых насаждений, КОС и стоимостью недвижимости, что подчеркивает двойную выгоду от устойчивости и экономического роста. Объединив эти выводы, исследование предлагает практические рекомендации для политиков и бизнеса по согласованию экономического развития с устойчивостью, в частности, путем целенаправленной борьбы с загрязнением, восстановления городских рек и инвестиций в зеленую инфраструктуру.

Следует отметить, что сформулированные в работе рекомендации применимы в первую очередь к «лесным» городам и городу Наньян как объектам исследования и носят локализованный характер. Проведение аналогичных эколого-экономических оценок на других территориях Китая, включая города Северного, Южного, Восточного, Северо-Восточного, Центрального и Юго-Западного Китая, позволит адаптировать предложенный подход к территориальной специфике и разработать более детальные меры пространственной политики. Вместе с тем предложенный в исследовании методологический инструментарий эколого-экономической оценки КОС, включающий: (1) оценку влияния уровня загрязнения окружающей среды на валовой региональный продукт (ВРП); (2) выявление готовности платить за рекреационные и экологические улучшения; (3) расчет экономической ценности городских зеленых насаждений с использованием пространственно-эконометрических моделей, может быть использован как универсальная основа для проведения комплексных исследований в других городах и регионах Китая.

Для решения *первой задачи* китайским политикам рекомендуется интегрировать данные о загрязнении по конкретным территориям в Индекс зеленого развития КНР. Это особенно важно для таких провинций, как Шаньдун и Хэбэй, где уровни загрязнения оказались наиболее пагубными. Таким образом, политики смогут адаптировать решения к уникальным проблемам, с которыми сталкиваются различные территории. Так, Законом

о продвижении чистого производства Китая (2012) рекомендовано внедрять экологически чистые, мало эмиссионные производственные технологии, субсидируемые Национальной комиссией по развитию и реформам, наращивать инвестиции в контроль загрязнения.

Опорой для данной рекомендации служат результаты эконометрического моделирования, продемонстрировавшие четкую отрицательную регрессионную зависимость величины ВРП на душу населения от уровня загрязнения окружающей среды (в частности, SO₂, CO₂ и твердыми отходами). Особое внимание решению данной проблемы следует уделить в провинциях, основная доля ВРП которых создается при производстве угля, стали и химической продукции, таких как Хэбэй и Шаньси.

Согласно закону «Об охране окружающей среды» (2014), следует увеличить финансирование инициатив по контролю загрязнения в критических районах. Данная стратегия финансирования может быть дополнительно поддержана расширением Национального плана действий по очистке воздуха для внедрения более строгих целевых показателей выбросов, особенно в сильно индустриализированных провинциях. Результаты моделирования показывают, что такие меры не только улучшат КОС, но и стимулируют экономический рост, создавая беспроигрышные условия для реализации как экономической, так и экологической политики.

При ведущей роли государственных органов в формировании и реализации адаптивной эколого-экономической политики, необходимо активно развивать государственно-частное партнерство, стимулируя бизнес к решению назревших экологических проблем. Расширение Системы торговли выбросами (СТВ) за пределы пилотных регионов с включением большего числа промышленных секторов может предоставить бизнесу экономические стимулы для сокращения их углеродного следа. Торгуя излишками квот на выбросы, компании могут получать финансовую выгоду, одновременно способствуя достижению целей по сокращению выбросов.

Городская политика должна быть направлена не только на снижение уровня загрязнения окружающей среды, но и на решение социальных проблем, возникающих в результате быстрых темпов урбанизации (таких как неравенство доходов населения) и достижение императивов социальной справедливости. Политика урбанизации должна быть приведена в соответствие с китайским Национальным планом урбанизации нового типа (2018-2025 гг.), обеспечивающим приоритетное развитие устойчивой, энергоэффективной инфраструктуры, опирающейся на возобновляемые источники энергии. Целевые меры в таких городах, как Гуанчжоу и Нанкин, где баланс между развитием городов и ухудшением КОС особенно хрупок, будут иметь решающее значение для поддержания как экономического роста, так и экологической устойчивости.

Помимо борьбы с загрязнением и нарастающими процессами урбанизации, исследование также подчеркивает значительное положительное влияние инвестиций в НИОКР как на экономические, так и на экологические показатели. Провинции с высоким уровнем инвестиций в НИОКР, такие как Чжэцзян, демонстрируют более высокое КОС в сочетании с устойчивым экономическим ростом. Эти результаты свидетельствуют о том, что политикам следует уделять приоритетное внимание НИОКР в области "зеленых" технологий в рамках таких инициатив, как "Сделано в Китае 2025", особенно в регионах, где экономический рост сдерживается высоким уровнем загрязнения, таких как Шаньси и Ляонин. Расширение государственной поддержки экологически чистых технологий через Программу развития высоких технологий (Программа 863), может способствовать экологически-ориентированным промышленным преобразованиям в этих регионах. Кроме того, следует расширить налоговые льготы, предусмотренные Законом о налоге на охрану окружающей среды, чтобы стимулировать частные инвестиции в технологии, снижающие выбросы тяжелых отраслей промышленности, таких как производство стали и угля. Такая политика не только подстегнет экономический рост, но и ускорит переход к более чистой и устойчивой промышленной базе.

Кроме того, в исследовании подчеркивается важность инвестиций в возобновляемые источники энергии, особенно в регионах, которые в значительной степени зависят от невозобновляемых ресурсов.

Стимулирование таких инвестиций предприятий энергоемких отраслей государством предусмотрено Законом о возобновляемых источниках энергии (2009). Кроме того, компании, занимающиеся утилизацией отходов, должны использовать возможности, предусмотренные Законом о развитии циркулярной экономики (2009), для совершенствования систем переработки и технологий получения энергии из отходов, что позволит повысить качество окружающей среды. Такие целевые инвестиции не только соответствуют государственной политике, но и обеспечивают долгосрочные экономические выгоды по мере перехода промышленности на более устойчивые методы работы.

На уровне местных сообществ результаты эконометрической модели подчеркивают необходимость повышения осведомленности и участия общественности в принятии решений по охране окружающей среды, особенно в регионах, где уровень загрязнения оказывает непосредственное влияние на качество жизни. Такие провинции, как Пекин и Тяньцзинь, где наблюдается высокий уровень выбросов SO_2 и CO_2 , сталкиваются с серьезными экологическими проблемами. Местные органы власти в этих регионах должны усилить контроль за выполнением Плана действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха (2013), сосредоточившись на улучшении качества атмосферы. Расширение кампаний по охране здоровья населения с целью информирования жителей о долгосрочных рисках для здоровья, связанных с воздействием загрязнения, и поощрение

устойчивых изменений в поведении, таких как сокращение использования личных автомобилей, будут иметь ключевое значение для достижения долгосрочных улучшений качества воздуха. Поощрение участия населения в местных экологических проектах, таких как посадка деревьев и инициативы по утилизации отходов под руководством местных жителей, может повысить эффективность государственной политики и способствовать формированию более экологически сознательного общества.

В дополнение к этим экологическим проблемам исследование указывает на неравенство доходов как на существенный барьер на пути к достижению устойчивого развития. Модель показывает, что неравенство доходов городского и сельского населения является ключевым фактором, препятствующим социальной устойчивости. Этот вывод подтверждает важность политики в рамках Стратегии возрождения сельских районов, которая направлена на улучшение доступа к образованию, здравоохранению и инфраструктуре в сельской местности. Расширяя экономические возможности сельского населения, особенно в провинциях с высоким уровнем неравенства, правительство может способствовать созданию более инклюзивной модели развития. Эти усилия не только повысят социальное благосостояние, но и будут способствовать долгосрочной экономической устойчивости за счет сокращения неравенства, которое в противном случае может помешать будущему росту.

Выполнение всех выше указанных мер, несомненно, будет способствовать обеспечению экономической целесообразности и устойчивости территориальных стратегий, способствуя достижению национальных и глобальных целей устойчивого развития.

Решая *вторую проблему*, следует отметить, что восстановление городских внутренних рек становится в современных условиях ключевым направлением повышения качества окружающей среды территорий Китая, нацеленным на реализацию принципов устойчивого развития. Государственные проекты по восстановлению окружающей среды не только реабилитируют жизненно важные природные ресурсы, но и способствуют повышению уровня устойчивости городских территорий к изменениям климата.

Результаты исследования проблемы восстановления рек в Наньяне показывают, что жители значительно больше готовы платить за рекреационное восстановление рек (255,12 юаней на человека в год) по сравнению с экологическим восстановлением (109,56 юаней на человека в год). Это указывает местным органам власти на то, что в проектах восстановления рек приоритет следует отдать рекреационной инфраструктуре. Директивным органам следует сосредоточиться на создании многофункциональных речных берегов, удовлетворяющих потребности населения в рекреации, таких как пешеходные дорожки, парки и зоны отдыха, с включением экологических элементов, таких как зеленые

насаждения и местная растительность, способствуя как социальному благополучию, так и оздоровлению окружающей среды. Таким образом, можно повысить удовлетворенность и вовлеченность общественности в проекты, что будет соответствовать предпочтениям социума. Для финансирования мероприятий правительство могло бы ввести общественные экологические сборы (на основе выявленной готовности платить жителей), возможно, связанные с налогами на недвижимость для жителей, проживающих вблизи восстановленных берегов реки. Эти средства можно будет направлять специально на восстановление городских рек, обеспечивая прозрачность и укрепляя доверие в обществе.

Увязывая эти усилия с китайской политикой "Экологической цивилизации", можно обосновать инвестиции в городскую зеленую инфраструктуру. Планировщики развития городских территорий могут использовать эту политику для поддержки финансирования зеленых городских пространств. Развивая экологические и рекреационные функции рек, градостроители могут способствовать достижению более широкой национальной цели устойчивого развития городов, одновременно удовлетворяя насущные потребности местных жителей. Такая двойная направленность гарантирует, что восстановленные берега рек будут не только экологически безопасными, но и послужат жизненно важными общественными пространствами, повышающими удобство жизни в городах.

Необходимо также привлекать бизнес-структуры, расположенные вблизи речных берегов, к реализации восстановительных проектов, учитывающих выявленные предпочтения городских жителей, что повысит уровень их деловой репутации и одновременно будет способствовать улучшению КОС. Данные действия выгодны бизнесу, так как Закон КНР о «зеленом» налоге предусматривает налоговые льготы для предприятий, снижающих воздействие на окружающую среду. Такие партнерства между местными предприятиями и правительством могут служить образцом государственно-частного сотрудничества, показывая, как можно эффективно согласовать корпоративную социальную ответственность с потребностями общества и национальными целями устойчивого развития.

Исследование по восстановлению рек показало, что готовность жителей платить за восстановление рек в значительной мере зависит от их близости к реке, причем те, кто живет ближе, готовы внести больший вклад. Это дает правительству возможность активно привлекать жителей к планированию и реализации проектов по восстановлению рек. Привлекая местные сообщества через волонтерские программы, процессы планирования, правительства могут расширить участие местных жителей в решении актуальных проблем. Например, можно разработать программу "Попечительство над рекой", позволяющую жителям – волонтерам вносить вклад в поддержание берегов реки, например, путем озеленения или участия в уборке мусора.

Кроме того, более низкий (по сравнению с проектами по рекреационному восстановлению) показатель ГП для экологически нацеленных восстановительных проектов указывает на необходимость повышения уровня информированности общественности о долгосрочных экологических преимуществах восстановления рек. Необходимо организовать образовательные кампании, чтобы повысить осведомленность о том, как улучшение качества воды и биоразнообразия повышает не только КОС, но и качество жизни городских жителей. Сотрудничество с местными школами, общественными группами и средствами массовой информации может помочь распространить эту идею и потенциально повысить готовность платить за экологические улучшения.

Можно провести сравнение готовности платить жителей г. Наньян с ГП населения других городских территорий Китая, которые успешно интегрировали проекты по экологическому и рекреационному восстановлению. В таких городах, как Ханчжоу, восстановление рек не только улучшило качество воды и биоразнообразие, но и способствовало развитию местного туризма и рекреации. Например, восстановление Западного озера в Ханчжоу сочетает в себе экологическое восстановление и развитие туризма, привлекая как жителей, так и туристов насладиться природной красотой местности. Это привело к повышению ГП среди жителей и посетителей, создав самоподдерживающийся цикл экологических и экономических выгод.

В отличие от Ханчжоу, восстановительные проекты городского менеджмента в Наньяне преимущественно направлены на удовлетворение насущных потребностей жителей, а не на привлечение туристов. Необходимо расширить направления реабилитации городских рек, включив в их число повышение привлекательности объектов рекреации для жителей различных территорий Китая. Например, развитие ресторанов на берегу реки, прогулки на лодках или другие привлекательные для туристов развлечения могли бы стимулировать инвестирование дополнительных средств в реставрационные проекты, а также популяризировать природные активы города как часть его городской идентичности.

Восстановление городских рек следует рассматривать не как отдельное мероприятие, а как часть комплексного подхода к повышению жизнестойкости, устойчивости и благоустроенности городов. Используя высокий уровень ГП за рекреационные улучшения в качестве источника финансирования, менеджмент Наньяна может финансировать проекты, которые не только улучшают состояние набережной реки, но и решают другие проблемы устойчивого развития, такие как управление наводнениями, снижение уровня загрязнения и создание зеленых общественных пространств, участвуя в реализации китайской национальной инициативы «Губчатый город», которая направлена на улучшение управления водными ресурсами в городах за счет использования зеленой инфраструктуры.

Кроме того, интеграция проектов по восстановлению рек в общую стратегию городского планирования может способствовать достижению цели Китая по обеспечению углеродной нейтральности к 2060 году. Проекты по улучшению речных экосистем, такие как посадка деревьев или создание водно-болотных угодий, связывают углерод и улучшают качество воздуха, а также предоставляют ценные общественные удобства. Благодаря такому целостному подходу инвестиции в восстановление рек не только удовлетворяют насущные рекреационные и экологические потребности населения, но и способствуют долгосрочной устойчивости и жизнеспособности города.

Говоря о поиске решения *третьей проблемы*, следует отметить, что, согласно результатам исследования, зеленые насаждения не только улучшают качество городской среды, но и способствуют экономическому развитию, повышая стоимость недвижимости и привлекая инвестиции, что подчеркивает их важнейшую роль в устойчивом городском планировании и создает мощный экономический стимул для приоритетного использования зеленой инфраструктуры. Градостроителям рекомендуется включать зеленые насаждения в качестве ключевого компонента городского дизайна.

При этом оценка ценности городских зеленых зон с использованием пространственно-взвешенных эконометрических моделей гедонического ценообразования выявила так называемый эффект «пространственного

перелива» – распространения экологического эффекта от озеленения территории на соседние города, что, очевидно, свидетельствует о необходимости расширения границ территориального планирования, создания непрерывных зеленых коридоров, обеспечивающих совместное использование эколого-экономических преимуществ зеленых насаждений на обширных территориях (согласно китайской инициативе «Национальный лесной город»).

Системный подход к эколого-экономическому оцениванию КОС не только способствует развитию городов, но и соответствует китайскому Плану действий по предотвращению и контролю загрязнения воздуха, в котором подчеркивается роль городских зеленых насаждений в снижении уровня загрязнения. Градостроителям следует использовать результаты исследования для рекламы увеличения инвестиций в зеленую инфраструктуру, подчеркивая двойную выгоду – повышение стоимости недвижимости и улучшение здоровья населения за счет снижения загрязнения воздуха; застройщикам – для определения оптимальной площади и конфигурации зеленых насаждений, таких как парки, сады на крышах или зеленые зоны общего пользования, чтобы максимизировать отдачу от инвестиций. В целом результаты исследования городских зеленых зон дают заинтересованным сторонам конкурентное преимущество на рынке недвижимости, все более принимающем во внимание экологические аспекты. Застройщики, делающие акцент на близости к зеленым насаждениям, могут

выделить свои проекты, привлекая покупателей и инвесторов, которые отдают предпочтение устойчивой среде обитания. Городские строители, действующие в соответствии со стратегическими документами Правительства Китая о содействии «зеленому» развитию городского и сельского строительства, а также с критериями сертификации «Трехзвездочный знак зеленого строительства», повысят рыночную привлекательность и экономический потенциал «зеленых» проектов.

Исследование городских зеленых зон также подчеркивает связь между оценкой зеленых зон и устойчивым развитием. Показывая, что городская зеленая инфраструктура может способствовать как экологической устойчивости, так и росту рынка недвижимости, результаты исследования напрямую поддерживают цель Китая по переходу к "зеленой" экономике, изложенную в 13-м пятилетнем плане. Интеграция зеленых насаждений в городское развитие позволяет Китаю добиваться сбалансированного роста, отвечающего как экономическим, так и экологическим целям. Положительное влияние площади зеленых зон на стоимость недвижимости еще раз подчеркивает финансовые преимущества устойчивой урбанизации и служит примером того, как города могут расти без ущерба для экологической целостности. Эти результаты дают возможность разработать дорожную карту для согласования экономического роста с охраной окружающей среды, чтобы города в Китае стали более пригодными для жизни, справедливыми и устойчивыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализованное диссертационное исследование воссоздает многомерную кросс-дисциплинарную научно-исследовательскую парадигму аналитики эколого-экономической оценки качества окружающей среды, рассматриваемого как природный базис устойчивого развития территорий Китая. На основе системно-аналитического подхода разработана концептуальная модель эколого-экономической оценки КОС как инструмент повышения устойчивости территориального развития в Китае. Исследование подтвердило необходимость применения комплексного подхода к эколого-экономической оценке, включающего пространственный анализ и концепции нерыночной оценки компонент КОС, создающих основу для новых направлений повышения устойчивости развития территорий. Путем объединения методов гедонистического ценообразования, условной оценки и пространственной эконометрической модели, в исследовании предложена и обоснована концептуальная модель холистической эколого-экономической оценки, которая более точно (в сравнении с существующими) измеряет нерыночную стоимость окружающей среды и обеспечивает научную основу для принятия политических решений.

Научная новизна исследования заключается в разработке концептуальной основы системной эколого-экономической оценки КОС, учитывающей пространственные различия китайских территорий. В ходе исследования, с использованием гедонистического метода и метода

условной оценки, выявлены ключевые факторы, определяющие готовность жителей платить за улучшение качества природной среды. Кроме того, предложен комплексный инструмент оценки городских зеленых зон, объединяющий пространственно-взвешенный метод гедонистического ценообразования и динамический анализ пространственного развития урбанизированных территорий. На основе результатов исследования обоснованы приоритетные направления совершенствования механизма эколого-экономической оценки КОС территории в контексте стратегии устойчивого развития Китая.

Теоретическая и практическая значимость исследования отражается в нескольких аспектах. Во-первых, теоретические положения могут быть использованы для дальнейшего развития методов эколого-экономической оценки КОС, особенно в высоко урбанизированных странах. Во-вторых, результаты исследования могут быть полезны для разработчиков эколого-экономической политики, поскольку они представляют собой концептуально-эмпирическое доказательство экономической ценности городских зеленых насаждений и внутренних рек, оцененной с использованием нерыночных инструментов (гедонистической модели ценообразования и модели контингентной оценки). Эти результаты дают политикам прочную основу для принятия нормативных актов, предписывающих учитывать общественные предпочтения в принятии эколого-экономических решений, а также включать зеленые насаждения в

городскую застройку, особенно в густонаселенных районах, где земля ограничена, а экономические выгоды от зеленых зон значительны. Положительные пространственные эффекты, выявленные с помощью модели пространственной ошибки, подчеркивают необходимость скоординированного развития зеленых зон в нескольких муниципалитетах для получения максимальных эколого-экономических выгод в регионе.

Результаты исследования напрямую могут быть использованы в выработке мероприятий по достижению цели Китая по переходу к «зеленой» экономике, сформулированной в 13-м пятилетнем плане, а также Целей устойчивого развития ООН 11 «Устойчивые города и сообщества» и 15 «Жизнь на земле». Интеграция зеленых насаждений в городское развитие позволяет Китаю добиваться сбалансированного роста, отвечающего как экономическим, так и экологическим целям. Положительное влияние зеленых насаждений на стоимость недвижимости еще раз подчеркивает финансовые преимущества устойчивой урбанизации и служит примером того, как города могут расти без ущерба для экологической целостности.

Наконец, результаты пространственной эконометрической оценки показывают, что преимущества зеленых насаждений выходят за пределы отдельных городов, что подчеркивает необходимость регионального подхода к инвестициям в зеленую инфраструктуру. Это согласуется с китайской стратегией регионального скоординированного развития, которая

направлена на сокращение неравенства между городскими и сельскими районами путем обеспечения равного доступа к инфраструктуре и ресурсам.

В целом в качестве трех ключевых теоретически и практически значимых результатов диссертационного исследования, стержневых в формировании стратегии устойчивого развития территорий Китая, следует рассматривать:

– во-первых, результаты эконометрического анализа, показывающие четкую отрицательную корреляционно-регрессионную зависимость величины ВРП на душу населения от качества (уровня загрязнения) окружающей среды, что указывает на необходимость ужесточения мер по борьбе с загрязнением;

– во-вторых, более высокая готовность населения платить за рекреационное восстановление рек, чем за экологические блага, говорит о том, что политикам следует уделять первоочередное внимание созданию многофункциональных речных берегов, обеспечивающих как общественное удовольствие, так и экологическую устойчивость;

– в-третьих, полученные результаты свидетельствуют о сильном положительном влиянии площади городских зеленых насаждений как на экологическое здоровье, так и на стоимость недвижимости, что делает их важными компонентами устойчивого городского планирования. Эти результаты позволяют разработать дорожную карту для согласования

экономического развития и охраны окружающей среды, чтобы города в Китае стали более пригодными для жизни, справедливыми и устойчивыми.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об охране окружающей среды (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024)». URL: https://groro.rpn.gov.ru/upload/iblock/c36/1uqy3p77dfbriu9rca9zrwgryzezl9mk/Federalnyy-zakon -ot-10.01.2002-N-7_FZ- _red.-ot-25.12.2023. pdf (дата обращения 02.04.2024)
2. Бобылев С.Н. Приоритеты низкоуглеродного развития для Китая / С.Н. Бобылев, А.В. Барабошкина, С. Джу // Государственное управление. Электронный вестник. – 2020. – № 82. – С. 114-139.
3. Бобылев С.Н. Качество воздуха как приоритет для новой экономики / С.Н. Бобылев, С.В. Соловьева, М. Астапкович // Мир новой экономики. – 2022. – Т. 16. – № 2. – С. 76-88.
4. Бобылев С.Н. Экономическая оценка природных ресурсов и услуг / С.Н. Бобылев, А.В. Стеценко // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2000. № 1. С. 105-112.
5. Бобылев С.Н. Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды / Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Сафонов Ю.В., Авалиани С.Л., Струкова Е.Б., Голуб А.А. – М.: Институт Всемирного банка, Фонд защиты природы, 2002.
6. Голуб А., Маркандия А., Струкова Е., Мэйсон П., Сафонов Г., Хант А. Экономика окружающей среды и природных ресурсов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа экономики, 2002.

7. Гофман К.Г. Разработка систем комплексной оценки природной части национального богатства / К.Г. Гофман, Е.В. Рюмина, А.А. Гусев, А.А. Голуб, Г.А. Моткин // Научный отчет Института проблем рынка РАН. 1992. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r92-0057.htm>
8. Гузев М.М. Экономические проблемы и механизм экологически устойчивого развития: федеральный и региональный аспекты. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. Ростов-на-Дону. – 1997.
9. Денисов В.И. О современных проблемах экологизации природопользования в АПК России / В.И. Денисов, И.М. Потравный // Экономическая наука современной России. – 2019. – № 4. – С. 99-112.
10. Диксон Д., Скура Л., Карпентер Р., Шерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду // Пер. с англ. А.Н. Сальникова, С.С. Шальпиной. – М.: Изд-во «Вита-Пресс». – 2000.
11. Дун И. Эколого-экономическая оценка качества окружающей среды как природного базиса устойчивого развития территорий: концептуально-категориальный анализ / И. Дун // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2024. – № 3. – С. 32-40.
12. Дун И. Оценка экологического качества городской среды с использованием метода гедонистического ценообразования / И. Дун // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – № 2. – С. 272-280.

13. Дун И. Эколого-экономическая оценка качества окружающей среды территорий Китая на концептуальной базе совокупной экономической ценности природы /И. Дун, Е.И. Лазарева // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2024. – № 4. – С. 115-123
14. Зенгина Т. Ю. Эколого-экономическая ценность Байкальской природной территории: факторы формирования и подходы к оценке / Т. Ю. Зенгина, С. М. Никоноров // Journal of Economic Regulation. – 2020. – Т. 11. – № 3. – С. 49-65.
15. Кетова Н.П. Управление процессом реализации природоохранной политики умных городов / Н. П. Кетова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17. – №3. – С. 883-900.
16. Косолапова Н.А. Экономические аспекты оценки развития бассейновых водохозяйственных комплексов: региональный подход / Н.А. Косолапова, Е.А. Лихацкая, Е.В. Маслюкова // Естественно-гуманитарные исследования. – 2021. – № 38 (6). – С. 207-215.
17. Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики / Е.И. Лазарева // Азимут научных исследований: Экономика и управление. – 2016. – Т. 6. – № 4. – С. 150-154.
18. Лазарева Е.И. Эколого-экономическая оценка качества городской среды в системе инструментов устойчивого развития территорий: модельный подход / Е.И. Лазарева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 1. – С. 280-286.

19. Лазарева Е.И. Инновационные экономические технологии государственного управления качеством окружающей среды в регионе / Е.И. Лазарева, С.А. Бугаян // Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление. – 2016. – № 75. – С. 19-24.
20. Лазарева Е.И. Инновационные природосберегающие технологии «smart transport» в системе устойчивого управления мегаполисом / Е.И. Лазарева, А.А. Геворгян // Государственное и муниципальное управление. Ученые Записки. – 2022. – № 2. – С. 21-28.
21. Лазарева Е.И. Экологическая параметризация траекторий интеграционно-кластерной региональной политики инновационного роста / Е.И. Лазарева // Экономика природопользования. – 2008. – № 3. – С. 71-85.
22. Лазарева Е.И. Human-centered reboot of green urban ecosystem management in the context of digitalization / Е.И. Лазарева, Д.А. Шевченко // International Journal of Economics & Business Administration. – 2023. – № 3. – С. 56-66.
23. Лазарева Е.И. Социо-эколого-экономическая оценка устойчивости в управлении развитием региона на основе эконометрического моделирования / Е.И. Лазарева, И. Дун // Друкеровский вестник. – 2020. – № 5. – С. 176-188.
24. Лысоченко А.А. Стратегические приоритеты в менеджменте экологической экосистемы региона / А.А. Лысоченко, Н.П. Кетова, В.Н. Овчинников // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. – 2024. – № 1 (69). – С. 144-150.

25. Медведева О.Е. Методические подходы к стоимостной оценке вклада особо охраняемых природных территорий в устойчивое развитие горных регионов / Медведева О.Е., Павлов А.Н. // Региональная экономика: теория и практика. 2024. Т. 22. № 8 (527). С. 1580-1598.
26. Магарил Е.Р. Методический подход к эколого-экономической оценке проектов биогазовой энергетики / Е.Р. Магарил, Л.Д. Гительман, А.П. Караева, А.В. Киселев, М.В. Кожевников // Journal of Applied Economic Research. 2022. Т. 21. № 2. С. 217-256.
27. Мекуш Г.Е. Эколого-экономическая оценка устойчивости регионального развития (на примере Кемеровской области). Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Кемерово, 2007.
28. Михеева А.С. Оценка эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем / А.С. Михеева, С.Н. Аюшеева, Т.Б. Бардаханова, Н.Б. Ботоева, Э.Ц. Садыкова // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7. – № 9.
29. Моткин Г.А. Фундаментальные основы определения экономической оценки средозащитных функций экосистем / Г.А. Моткин, А.А. Гусев, Е.В. Рюмина и др. // Научный отчет Института проблем рынка РАН. 2011, Revised 2012-03-05. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r11-0371.htm>
30. Никоноров С.М. Теоретико-методологические подходы к эколого-экономической оценке Байкальской территории / С.М. Никоноров, С.Н.

Кириллов, С.В. Соловьева, А.А. Пакина // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2019. № 3. С. 40-56.

31. Никоноров С.М. Переход к устойчивому развитию городов и регионов Байкальской природной территории и арктической зоны РФ / С.М. Никоноров, С.Н. Кириллов, М.В. Слипенчук // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2020. – № 4. – С. 37-46.

32. Никоноров С.М. Механизмы перехода на устойчивое развитие городов и регионов Среднего Поволжья / С.М. Никоноров, С.В. Соловьева, К.С. Ситкина, Д.Д. Нюдлеев // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2020. – № 1. С. 4-13.

33. Овчинников В.Н. Институциональные и рыночно-экономические инструменты встраивания природно-ресурсных активов в стоимостную цепочку механизма управления функционированием экосистемы / В.Н. Овчинников // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Экономика. – 2022. – № 4 (310). – С. 82-88.

34. Овчинников В.Н. Воспроизводственный подход к управлению устойчивостью развития природохозяйственных экосистем в новых реалиях / Овчинников В.Н., Кетова Н.П. // Journal of Economic Regulation. – 2022. – Т. 13. – № 4. – С. 99-107.

35. Полякова Е.Ю. Методология оценки качества и комфортности городской среды / Е.Ю. Полякова, Н.И. Ляхова, О.А. Новикова // Вестник Алтайской Академии экономики и права. 2021. №11. С. 303-308.

36. Пономарева М.А. Качество окружающей среды как фактор формирования структурно-пространственных приоритетов / М.А. Пономарева, В.С. Авакян // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2019. – № 1(65). – С. 63-69
37. Скобелев Д.О. Экологическое благополучие и капитализация природных ресурсов / Д.О. Скобелев, С.Н. Бобылев, Г.А. Белозёров, Е.В. Кузьмина // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 1. – С. 354-360.
38. Убишева Н.Ж. Обоснование политики в области охраны окружающей среды на основе социально-экономической оценки общественно значимых природных благ. Дис. на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Государственный университет управления. Москва, 2008.
39. Устойчивое развитие городов: коллективная монография / под ред. К.В. Папенова, С.М. Никонорова, К.С. Ситкиной. – М.: Экономический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2019. – 288 с.
40. Чернова О.А. Оценка влияния цифровизации на экологическую устойчивость старопромышленных регионов ЮФО / О.А. Чернова, И.В. Митрофанова // Региональная экономика. Юг России. – 2023. – № 1. – С. 135-145.
41. Чернова О.А. Экосистемные услуги водных объектов в обеспечении устойчивого развития региона / О.А. Чернова // Регионология. – 2022. – Т. 30. – № 3 (120). – С. 586-601.
42. Оценка вклада ООПТ в социально-экономическое развитие региона.

Методология и методика / Шевчук А.В., Медведева О.Е., Толстоухова И.С. и др. – Москва: Роликс, 2024. 200 с.

43. 5 Pressing Environmental Issues China Is Dealing with in 2024. – 2024. <https://earth.org/>.

44. Abdellah S., Mehdi K. Integration of Heat Pipe Solar Water Heating Systems with Different Residential Households: An Energy, Environmental, and Economic Evaluation // Case Studies in Thermal Engineering. – 2020. – № 21. – P. 100662.

45. Adams D. C., Bwenge A.N., Lee D. J., Larkin S. L., Janaki R.R. Alavalapati Public preferences for controlling upland invasive plants in state parks: Application of a choice model // Forest Policy and Economics. – 2011. – № 6. – С. 465-72.

46. Adhikari B. Market-Based Approaches to Environmental Management: A Review of Lessons from Payment for Environmental Services in Asia // ADBI Working Paper. – 2009.

47. Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang B. An Environmental Impact Assessment of Economic Complexity and Energy Consumption: Does Institutional Quality Make a Difference? // Environmental Impact Assessment Review. – 2021. – № 89. – P. 106603.

48. Alejandro, L.F. Introduction to Contingent Valuation Using Stata // Stata Users Group. – 2013. – С. 41018.

49. Aleskerov F., Bouyssou D., Monjardet B. Utility Maximization, Choice and Preference // Springer Berlin Heidelberg. – 2007.

50. Atkinson S. E., Halvorsen R. The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities // Journal of Public Economics. – 1986. – Issue 29. – № 3. – P. 281-294.
51. Bamwesigye D., Hlavackova P., Sujova A. et al. Willingness to Pay for Forest Existence Value and Sustainability // Sustainability. – 2020. – № 13. – C. 891.
52. Banzhaf H.S. Consumer Surplus with Apology: A Historical Perspective on Nonmarket Valuation and Recreation Demand // Annual Review of Resource Economics. – 2010. – Issue 2. – № 1. – P.183-207.
53. Bartik T. J. Evaluating the Benefits of Non-Marginal Reductions in Pollution Using Information on Defensive Expenditures // Journal of Environmental Economics and Management. – 1988. – Issue 15. – № 1. – P. 111-127.
54. Bateman I. J. Kling C. L. Revealed Preference Methods for Nonmarket Valuation: An Introduction to Best Practices // Review of Environmental Economics and Policy. – 2020. – Issue 14. – № 2. – P. 240-259.
55. Bateman I.J., Turner R.K. Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method // CSERGE Working Paper GEC. – 1992. – vol. 92.
56. Bengt K. Valuing environmental benefits using the contingent valuation method: an econometric analysis. 1990. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-90578>.
57. Bennett J., Blamey R. The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation // New Horizons in Environmental Economics series. – 2001.

58. Bernardo A.B.O., Moore F. C. Use and non-use value of nature and the social cost of carbon // *Nature*. – 2020. – № 1.2. – C. 101-108.
59. Bhattacharjee A., Chris J.-B. Estimation of Spatial Weights Matrix in a Spatial Error Model, with an Application to Diffusion in Housing Demand // *CRIEFF Discussion Papers*. – 2005. – № 0519. – C. 13-15.
60. Binder S. Is Existence Value Appropriate for Regulatory Benefit-Cost Analysis? // *Journal of Benefit-Cost Analysis*. – 2020. – № 3. – C. 441-56.
61. Bishop K. C., Kuminoff N.V., Banzhaf H. S., Boyle K. J., Gravenitz K. v., Pope J.C. Best Practices for Using Hedonic Property Value Models to Measure Willingness to Pay for Environmental Quality // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2020. – № 1.2. – C. 260-81.
62. Bockstael N. E., Hanemann W. M., Kling C. L. Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework // *Water Resources Research*. – 1987. – № 5. – C. 951-60.
63. Boori M.S. et al. Eco-Environmental Quality Assessment Based on Pressure-State-Response Framework by Remote Sensing and GIS // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. – 2021. – № 23. – P.100530.
64. Bos F., Ruijs A., Quantifying the Non-Use Value of Biodiversity in Cost-Benefit Analysis: The Dutch Biodiversity Points // *Journal of Benefit-Cost Analysis*. – 2021. – № 2. – C. 287-312.
65. Boud D., Soler R. Sustainable Assessment Revisited // *Assessment & Evaluation in Higher Education*. – 2016. – Issue 41. – № 3. – P.400-413.

66. Boxall P. C., Adamowicz W. L., Swait J., Williams M., Louviere J. A Comparison of Stated Preference Methods for Environmental Valuation // *Ecological Economics*. – 1996. – Issue 18. – № 3. – P.243-253.
67. Brasington D.M., Hite D. Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis // *Regional Science and Urban Economics*. – 2005. – № 1. – C. 57-82.
68. Brookshire D. S., Crocker T.D. The advantages of contingent valuation methods for benefit-cost analysis // *Public Choice*. – 1981. – № 1.2. – C. 235-52.
69. Brown J., Fraser M. Approaches and Perspectives in Social and Environmental Accounting: An Overview of the Conceptual Landscape // *Business Strategy and the Environment*. – 2006. – Issue 15. – № 2. – P. 103-117.
70. Brown T.C. Introduction to Stated Preference Methods // *A Primer on Nonmarket Valuation of Non-Market Goods and Resources*. – 2003. – P. 99-110.
71. Brunette M., Costa S., Lecocq F. Economics of species change subject to risk of climate change and increasing information: a (quasi-)option value analysis // *Annals of Forest Science*. – 2014. – № 2. – C. 279-90.
72. Carlos A.R. Sustainability and Sustainable Development: A Review of Principles and Definitions // *Science of The Total Environment*. – 2021. – № 786. – P. 147481.
73. Cascetta E. Random Utility Theory // *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*. – 2001. – P. 95-173.
74. Chakraborty K. S., Chakraborty A., Berrens R. P. Valuing soil erosion control investments in Nigerian agricultural lands: A hedonic pricing model // *World Development*. – 2023. – № 17. – C. 106313.

75. Chen C., He G., Lu Y. Payments for Watershed Ecosystem Services in the Eyes of the Public, China // *Sustainability*. – 2022. – № 15. – C. 9550.
76. Cheng P., Tang H., Zhu S. et al. Distance to river basin affects residents' willingness to pay for ecosystem services: Evidence from the Xijiang river basin in China // *Ecological Indicators*. – 2021. – C. 107691.
77. Clarke, C.A., Sheppard, P. M. A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment // *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*. – 1997. – № 1001. – C. 424-39.
78. Cliff A. D., Ord K. Spatial Autocorrelation: A Review of Existing and New Measures with Applications // *Economic Geography*. – 1970. – № 46. – C. 269-92.
79. Coe J.M., Antonelis G., Moy K. Taking control of persistent solid waste pollution // *Marine Pollution Bulletin*. – 2019. – № 139. – P. 105-110.
80. Crawford I., Rock B.D. Empirical Revealed Preference // *Annual Review of Economics*. – 2014. – Issue 6. – № 1. – P. 503-524.
81. Dahal R. P., Grala R. K., Gordon J.S. et al. A hedonic pricing method to estimate the value of waterfronts in the Gulf of Mexico // *Urban Forestry and Urban Greening*. – 2019. – № 41. – C. 185-94.
82. Damnyag, L. & Bampoh, A. Farmers' forest values and small-scale forestry management strategy preferences. – 2021. – № 2. – C. 263-78.

83. Daniel L. S., Shinkfield A. J. An Analysis of Alternative Approaches to Evaluation // Systematic Evaluation: A Self-Instructional Guide to Theory and Practice Evaluation in Education and Human Services. –1985. – P. 45-68.
84. Degraeuwe B., Thunis P., Clappier A. Impact of passenger car NOX emissions on urban NO2 pollution – Scenario analysis for 8 European cities // Atmospheric Environment. – 2017. – № 171. – P. 330-337.
85. Diafas I., Barkmann J., Mburu J. Measurement of Bequest Value Using a Non-monetary Payment in a Choice Experiment – The Case of Improving Forest Ecosystem Services for the Benefit of Local Communities in Rural Kenya // Ecological Economics. – 2017. – C. 157-65.
86. Dong Y., Lazareva E.I. Does Understanding the Sustainable Development Concept Affect the Leaders' Innovative Competencies? // Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It: The Role of Leading Technologies and Responsible Innovations. – 2024. – P. 267-71.
87. Dong Y., Lazareva E.I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China // Water Economics and Policy. –2023. – Issue 09. – № 03. – P. 2340010.
88. Dong Y. Revealing the willingness-to-pay for river restoration in China: a meta-analysis / Y. Dong // Environment Development and Sustainability. 2024.
89. Dou C., Zheng L., Wang W., Shabaz M. Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // Mathematical Problems in Engineering. – 2021. –№ 1. – P. 1566538

90. Echenique F. New Developments in Revealed Preference Theory: Decisions Under Risk, Uncertainty, and Intertemporal Choice // *Annual Review of Economics*. – 2020. – Issue 12. – № 1. – P.299-316.
91. Elhorst J. Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models // *International Regional Science Review*. – 2003. – № 3. – C. 244-68.
92. Elias M.-H., Campbell G. M., Sadhukhan J. Economic and Environmental Impact Marginal Analysis of Biorefinery Products for Policy Targets // *Journal of Cleaner Production*. – 2014. – № 74. – P.74-85.
93. Ervin D., Wu J., Khanna M., Jones C., Wirkkala T. Motivations and Barriers to Corporate Environmental Management // *Business Strategy and the Environment*. – 2013. – Issue 22. – № 6. – P. 390-409.
94. Euler J., Heldt S. From information to participation and self-organization: Visions for European river basin management // *Science of the Total Environment*. – 2018. – C. 905-14.
95. Ewan T., Pierre F., Maréchal J.-P. Evaluation of coastal and marine ecosystem services of Mayotte: Indirect use values of coral reefs and associated ecosystems // *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. – 2017. – № 3. – C. 19-34.
96. Gabriela S., Pascoe S. Ecosystem Accounting: Reconciling Consumer Surplus and Exchange Values for Free-Access Recreation // *Ecological Economics*. – 2023. – № 212. – P. 107905.

97. Geography E. S. P. Option Value, Existence Value, and Bequest Value of Mangrove in Jerowaru District, Lombok Timur Regency, Nusa Tenggara Barat // Economic and Social of Fisheries and Marine Journal. – 2023. – № 2. – C. 156-69.
98. Goetz A. A New Instrument for the Evaluation of Environmental Aerocolloids // Environmental Science & Technology. – 1969. – Issue 3. – № 2. – P. 154-160.
99. Goodacre S., McCabe C. An Introduction to Economic Evaluation // Emergency Medicine Journal: EMJ. –2002. – No.19. – P. 198-201.
100. Goodland R., Ledec G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development // Ecological Modelling. –1987. – Issue 38. – № 1–2. – P. 19-46.
101. Green A. Agricultural Waste and Pollution // Waste. – 2019. – P. 531-551.
102. Green C.H., Tunstall S.M. Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible? // Journal of Environmental Management. – 1991. – № 33. – P. 123-141.
103. Green C. H., Tunstall S. M., N'Jai A., Rogers A. Economic Evaluation of Environmental Goods // Project Appraisal. – 1990. – № 2. – P.70-82.
104. Guillermo V.V., Salgado J. C., Felipe A. D.A. Sustainability Indicators for the Assessment of Eco-Industrial Parks: Classification and Criteria for Selection // Journal of Cleaner Production. – 2016. – № 133. – P. 99-116.
105. Guimarães, L.F., Teixeira F.C., Pereira J.N. et al. The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals // Journal of Cleaner Production. – 2021. – C. 128330.

106. Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G. et al. Life Cycle Assessment: Past, Present and Future // *Environmental Science & Technology*. – 2011. – № 1. – P. 90-96.
107. Gulaliyev M.G., Muradov R. S., Hajiyeva L.A. et al. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality // *Ekoloji Dergisi*. – 2019. – No. 107 – P. 5-7/
108. Guo D., Wang A., Zhang A.T. Pollution exposure and willingness to pay for clean air in urban China // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – C. 110174.
109. Habert G., Lacaille JB D'E. D., Roussel N. An Environmental Evaluation of Geopolymer Based Concrete Production: Reviewing Current Research Trends // *Journal of Cleaner Production*. – 2011. – Issue 19. – № 11. – P. 1229-1238.
110. Hafer J. A., Ran B. Exploring the Influence of Attitudes and Experience on Valuation of State Forest Lands via Contingent Valuation // *Public Performance and Management Review*. – 2022. – № 6. – C. 1461-86.
111. Haghani M., Bliemer M. C. J., Hensher D. A. The Landscape of Econometric Discrete Choice Modelling Research // *Journal of Choice Modelling*. – 2021. – № 40. – P. 100303.
112. Han J.H., Lee E. The different roles of altruistic, biospheric, and egoistic value orientations in predicting customers' behavioral intentions toward green restaurants // *International Journal of Tourism and Hospitality Research*. – 2016. – № 1.10. – P. 71.

113. Hanemann M., Loomis J., Kanninen B. Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. // *American Journal of Agricultural Economics*. – 1991. – № 1.4. – С. 1255-63.
114. Harger J.R.E., Meyer F.-M. Definition of indicators for environmentally sustainable development // *Chemosphere*. – 1996. – № 1.9. – С. 1749-75.
115. Hayashi T. Willingness to Pay and Consumer Surplus // *Microeconomic Theory for the Social Sciences*. – 2021. – P.99-110.
116. Hellweg S., Canals L. M. Emerging Approaches, Challenges and Opportunities in Life Cycle Assessment // *Science*. – 2014. – № 6188. – P. 1109-1113.
117. Herrnstein R. J., Loewenstein G. F., Prelec D., Vaughan W. Utility Maximization and Melioration: Internalities in Individual Choice // *Journal of Behavioral Decision Making*. – 1993. – Issue 6. – № 3. – P. 149-85
118. Hojjat I., Samadi S., Isfahani R. The Welfare Cost of Inflation in Consumer Surplus and Compensating Variation Method: Case Study of Iran // *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. – 2013. – № 8 – P. 250-258.
119. Howard A. C., Malone J.W. Preservation Attitudes and Consumer Surplus in Free-Flowing Rivers // *Social Science and Natural Resource Recreation Management*. – 2019. – P. 301-317.
120. Hu C., Wright A. L., He S. Public Perception and Willingness to Pay for Urban Wetland Ecosystem Services: Evidence from China // *Wetlands*. – 2022. – № 1. – С. 19-27.

121. Hufschmidt M. M. Environment, Natural Systems, and Development: An Economic Valuation Guide. The Johns Hopkins University Press. –1983.
122. Irfan K., Hou F., Le H. P. The Impact of Natural Resources, Energy Consumption, and Population Growth on Environmental Quality: Fresh Evidence from the United States of America // Science of The Total Environment. – 2021. – № 754. – P. 142222.
123. Ishaq D. S. et al. Evaluation of Regional Transport of PM_{2.5} during Severe Atmospheric Pollution Episodes in the Western Yangtze River Delta, China // Journal of Environmental Management. – 2021. – № 293. – P. 112827.
124. James S. S., Phillips M., Dunn J.W. Economic Assessment of Crop Damages Due to Air Pollution: The Role of Quality Effects // Environmental Pollution. – 1988. – Issue 53. – № 1-4. – P. 377-385.
125. Jayantha W. M., Oladinrin O. T. Bibliometric analysis of hedonic price model using CiteSpace // International Journal of Housing Markets and Analysis. – 2019. – № 2. – C.357-71.
126. Ji L., Yuan C. Data Price Determinants Based on a Hedonic Pricing Model // Big Data Research. – 2021. – № 25. – P. 100249.
127. Jiang X., Li G., Fu W. Government Environmental Governance, Structural Adjustment and Air Quality: A Quasi-Natural Experiment Based on the Three-Year Action Plan to Win the Blue Sky Defense War // Journal of Environmental Management. – 2021. – № 277. – P. 111470

128. John F. H. A Survey of Environmental Dose Evaluations // Nucl. Saf. –1968. – № 95. – P. 383-391.
129. Kamilė P., Monika S., Jolanta D. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Electric and Conventional Vehicles in Lithuania // Journal of Cleaner Production. –2020.–№ 246.–P. 119042.
130. Kiyosov S. U. A Primary Factor in Sustainable Development and Environmental Sustainability is Environmental Education // Caspian Journal of Environmental Sciences. – 2023. – № 4. – P. 965-75.
131. Klungboonkrong P., Taylor M. A. P. A Multicriteria Environmental Sensitivity Evaluation of the Urban Road Network: An Australian Case Study // WIT Transactions on The Built Environment. – 1970. – № 26.
132. Kristin S.-F. Environmental Justice: Creating Equality, Reclaiming Democracy // Oxford University Press. – 2002.
133. Kroeger T., Casey F. An Assessment of Market-Based Approaches to Providing Ecosystem Services on Agricultural Lands // Ecological Economics. – 2007. – Issue 64. – № 2. – P. 321-332.
134. Kunwar S. B., Bohara A. K., Thacher J. Public preference for river restoration in the Danda Basin, Nepal: A choice experiment study Ecological Economics. – 2020. – C. 106690.
135. Lazareva E. I., Dong Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners // Innovative Trends

in International Business and Sustainable Management Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance. – 2023. –P. 529-541.

136. Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management // SGEM 2016 Conference Proceedings. – 2016. – P. 703-710.

137. Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // SGEM 2018 Conference proceedings. – 2018. – P. 693-700.

138. Lazareva E., Dong Y. Measuring the Value of Urban Green Space Using Hedonic Pricing Method // Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society. – 2021. – vol. 116. – P. 737-747.

139. Lee F.Y. S., Ma A.T. H., Cheung L.T. O. Resident Perception and Willingness to Pay for the Restoration and Revitalization of Urban Rivers // Water. – 2021. – № 1. – C. 2649.

140. Lee L., Yu J. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects // Journal of Econometrics. – 2010. – № 1.2. – C. 165-85.

141. Li J., Heap A. D. A Review of Comparative Studies of Spatial Interpolation Methods in Environmental Sciences: Performance and Impact Factors // Ecological Informatics. – 2011. – Issue 6. – № 3-4. – P. 228-241.

142. Li S., Kallas Z. Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products // Appetite. – 2021. – C. 105239.

143. Liang W., Yang M. Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China // *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. – 2019. – № 21. – P. 1-9.
144. Lindner J. R., Murphy T. H., Briers G.E. Handling Nonresponse in Social Research // *Journal of Agricultural Education*. – 2001.
145. Liu J. China's Road to Sustainability // *Science*. – 2010. – № 328. – P. 50-59.
146. Liu J., Liu N., Zhang Y. et al. Evaluation of the non-use value of beach tourism resources: A case study of Qingdao coastal scenic area, China // *Ocean and Coastal Management*. – 2019. – C. 63-71.
147. Liu Z., Xue W., Ni X. et al. Fund Gap to High Air Quality in China: A Cost Evaluation for PM_{2.5} Abatement Based on the Air Pollution Prevention and Control Action Plan // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – № 319. – P. 128715.
148. Llanos-Paez O., Acuña V. Analysis of the socio-ecological drivers of the recreational use of temporary streams and rivers // *Science of the Total Environment*. – 2022. – C. 150805.
149. Loiseau E., Junqua G., Roux P., Bellon-Maurel V. Environmental Assessment of a Territory: An Overview of Existing Tools and Methods // *Journal of Environmental Management*. – 2012. – № 112. – P.213-225.
150. Loomis J. What's to Know About Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation Studies? // *Journal of Economic Surveys*. – 2011. – № 2. – P. 363-370

151. Lorin M. H., Brynjolfsson E. Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value // *MIS Quarterly*. – 1996. – P.121-142.
152. Louviere J.J. Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity // *Journal of Transport Economics and Policy*. – 1988. – P.93-119.
153. Machlup F. Marginal Analysis and Empirical Research // *The American Economic Review*. – 1946. – Issue 36. – № 4. – P. 519-54.
154. Martono, R. W. A, Puspo, M. D., Prayogi, H. Peatland Non Use Value Survey in Siak Regency // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2018. – C. 012013.
155. Matušík J., Kočí V. What Is a Footprint? A Conceptual Analysis of Environmental Footprint Indicators // *Journal of Cleaner Production*–2021.–№ 285.–P. 124833.
156. McConnell K.E. Existence and Bequest Value. – 2019. – C. 254-64.
157. Mei Y., Gao L., Zhang J., Wang J. Valuing urban air quality: a hedonic price analysis in Beijing, China // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2020. – № 2. – C.1373-85.
158. Minford L., Meenagh D. Testing a model of UK growth: A role for R&D subsidies // *Economic Modeling*. – 2019. – № 1. – P. 252-261

159. Edquist H., Henrekson M. Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth? // *Structural Change and Economic Dynamics*. – 2017. – № 42. – P. 1-12.
160. Mohamed A. H., Ahmed E. N., Fedekar F. M. Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risk // *American Journal of Water Science and Engineering*. – 2016. – № 3. – P.14-19.
161. Moore M. R., Doubek J. P., Xu H., Cardinale B.J. Hedonic Price Estimates of Lake Water Quality: Valued Attribute, Instrumental Variables, and Ecological-Economic Benefits // *Ecological Economics*. – 2020. – № 176. – C. 106692.
162. Muhammad W. Z., Saeed A., Zaidi S. A. H., Waheed A. The Linkages among Natural Resources, Renewable Energy Consumption, and Environmental Quality: A Path towards Sustainable Development // *Sustainable Development*. – 2021. – Issue 29. – № 2. – P.353-362.
163. Munro J. L., Williams D. M. Assessment and Management of Coral Reef Fisheries: Biological, Environmental and Socio-Economic Aspects. Antenne Museum. – 1985.
164. Murdoch J. C., Thayer M. A. Hedonic price estimation of variable urban air quality // *Journal of Environmental Economics and Management*. – 1988. – № 2. – C. 143-46.
165. Naime J., Mora F., Sánchez-Martínez M. et al. Economic Valuation of Ecosystem Services from Secondary Tropical Forests: Trade-Offs and Implications for Policy Making // *Forest Ecology and Management*. – 2020. – № 473. – P. 118294.

166. Ness B., Evelin U.-P., Anderberg S., Olsson L. Categorising tools for sustainability assessment // *Ecological Economics*. – 2007. – № 3. – C. 498-508.
167. Neuteleers S., Engelen B. Talking Money: How Market-Based Valuation Can Undermine Environmental Protection // *Ecological Economics*. – 2015. – № 117. – P. 253-260.
168. Niskanen A., Saastamoinen O. Tree Plantations in the Philippines and Thailand: Economic, Social and Environmental Evaluation // *UNU/WIDER Working Paper*. – 1996. – № 30. – P. 1-51.
169. Nthambi M., Nonka M.-N., Wätzold F. Quantifying Loss of Benefits from Poor Governance of Climate Change Adaptation Projects: A Discrete Choice Experiment with Farmers in Kenya // *Ecological Economics*. – 2021. – № 179. – P. 106831.
170. Pata U. K., Samour A. Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with the Load Capacity Factor // *Progress in Nuclear Energy*. – 2022. – № 149. – P. 104249.
171. Quy, V.K., Tran, D.T. Contingent Valuation Machine Learning (CVML): A Novel Method for Estimating Citizens' Willingness to Pay for a Safer and Cleaner Environment // *Urban Science*. – 2023. – № 7 (3). – C. 84-92.
172. Randall A., Stoll J. R. Existence Value in a Total Valuation Framework. – 2019. – C. 265-74.
173. Ren Y., Lu L., Zhang H. et al. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – C. 122301.

174. Rezai A., Taylor L., Foley D. Analysis Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change // *Ecological Economics*. – 2018. – P. 408-417.
175. Richter M. K. Revealed Preference Theory // *Econometrica*. – 1966. – Issue 34. – № 3. – P. 635-645.
176. Rose J.M., Bliemer M.C.J. Stated Preference Experimental Design Strategies // *Handbook of Transport Modelling*. – 2007. – vol. 1. – P.151-180.
177. Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // *Journal of Political Economy*. – 1974. – Issue 82. – № 1. – P.34-55.
178. Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. // *Journal of Political Economy*. – 1974. – № 1. – C. 34-55.
179. Sana U., I. Ozturk, Majeed M.T., Ahmad W. Do Technological Innovations Have Symmetric or Asymmetric Effects on Environmental Quality? Evidence from Pakistan // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – № 316. – P. 128239.
180. Sander H. A., Polasky S. The value of views and open space: Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA // *Land Use Policy*. – 2009. – № 1.3. – C. 837-45.
181. Shapiro J. China's Environmental Challenges // *Green Planet Blues*. 6th ed. Routledge. – 2019.
182. Sharifi A., Murayama A. A Critical Review of Seven Selected Neighborhood Sustainability Assessment Tools // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2013. – № 38. – P. 73-87.

184. Smith V. K. Nonuse Values in Benefit Cost Analysis // Southern Economic Journal. – 1987. – Issue 54. – № 1. – P.19-26.
185. Snider J.T., Seabury S., Tebeka M.G. et al. The Option Value of Innovative Treatments for Metastatic Melanoma // Forum for Health Economics and Policy. – 2018. – № 1. – P. 1-9.
186. Stenis J. Environmental Optimisation in Fractionating Industrial Wastes Using Contribution Margin Analysis as a Sustainable Development Tool // Environment, Development and Sustainability. – 2005. – Issue 7. –№ 3. – P. 363-376.
187. Tan, R., Lin, B. Public Perception of Clean Energy Vehicles: Evidence on Willingness to Pay for Clean Energy Bus Fare in China // Energy Policy. – 2019. – C. 347-54.
188. Tang W., Pei Y., Zheng H., Zhao Y., Shu L., Zhang H. Twenty Years of China's Water Pollution Control: Experiences and Challenges // Chemosphere. – 2022. – № 295. – P. 133875.
189. Thayer M. A. Contingent valuation techniques for assessing environmental impacts: Further evidence // Journal of Environmental Economics and Management. – 1981. – № 1. – C. 27-44.
190. Thayer M. A. Contingent Valuation Techniques for Assessing Environmental Impacts: Further Evidence // Journal of Environmental Economics and Management. – 1981. – Issue 8. – № 1. – P. 27-44.

191. Tuckerman A. Effect of Environmental Exposure on Adhesive-Bonded Structures // Symposium on Durability and Weathering of Structural Sandwich Constructions ASTM International. – 1960.
192. Umar M., Ji X., Kirikkaleli D., Alola A. A. The Imperativeness of Environmental Quality in the United States Transportation Sector amidst Biomass-Fossil Energy Consumption and Growth // Journal of Cleaner Production. – 2021. – № 285. – P. 124863.
193. United States Environmental Protection Agency Environmental Equity Workgroup, Environmental Equity: Reducing Risk for All Communities: Report to the Administrator from the EPA Environmental Equity Workgroup, US Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation. – 1992. Vol. 2.
194. Varian H. R. Revealed Preference and Its Applications // The Economic Journal. – 2012. – Issue 122. – № 560. – P. 332-338.
195. Venkatachalam L. The Contingent Valuation Method: A Review // Environmental Impact Assessment Review. – 2004. – Issue 24. – № 1. – P. 89-124.
196. Wang Q., Yang Z. Industrial Water Pollution, Water Environment Treatment, and Health Risks in China // Environmental Pollution. – 2016. – № 218. – P. 358-365
197. William H. R. Benefits, Costs, and Risks: Oversight of Health and Environmental Decision-making // Harvard Environmental Law Review. – 1980. – Issue 4. – P. 191-199.

198. Willis K. G., Garrod G. D. An Individual Travel-Cost Method of Evaluating Forest Recreation // *Journal of Agricultural Economics*. – 1991. – № 1. – P. 33-42.
199. Willis K.G., Garrod G. D. Valuing Landscape: A Contingent Valuation Approach // *Journal of Environmental Management Issue*. – 1993. – № 1. – P. 1-22.
200. World Bank China Country Climate and Development Report. World Bank Group. – 2022.
201. Xiao Y. Hedonic Housing Price Theory Review // *Urban Morphology and Housing Market*. – 2017. – P. 11-40
202. Xie H., Tan X., Yang C., Li C. Does Urban Forest Control Smog Pollution? Evidence from National Forest City Project in China // *Sustainability*. – 2022. – № 19. – P. 12897.
203. Xu F., Wang Y., Xiang N., Tian J., Chen L. Uncovering the willingness-to-pay for urban green space conservation: A survey of the capital area in China // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2020. – C. 105053.
204. Xu L., Xu W., Jiang C. et al. Evaluating Communities' Willingness to Participate in Ecosystem Conservation in Southeast Tibetan Nature Reserves, China // *Land*. – 2022. – № 2. – C. 207-215.
205. Xue J., Rasool Z., Nazar R. et al. Revisiting Natural Resources – Globalization-Environmental Quality Nexus: Fresh Insights from South Asian Countries // *Sustainability*. – 2021. – Issue 13. – № 8. – P. 4224.

206. Xue J., Wang Q., Zhang M. A Review of Non-Point Source Water Pollution Modeling for the Urban-Rural Transitional Areas of China: Research Status and Prospect // *Science of The Total Environment*. – 2022. – № 826. – P. 154146.
207. Yang S., Kong X. Evaluation of Rural Tourism Resources Based on AHP-Fuzzy Mathematical Comprehensive Model // *Mathematical Problems in Engineering*. – 2022. – P. 7196163.
208. Yang X., Liu J. Assessment and Valuation of Groundwater Ecosystem Services: A Case Study of Handan City, China // *Water*. – 2020. – № 1.5. – C. 1455.
209. Yu S., Zheng Y., Li L. A Comprehensive Evaluation of the Development and Utilization of China's Regional Renewable Energy // *Energy Policy*. – 2019. – № 127. – P. 73-86.
210. Zhang L., Fukuda H., Liu Z. Households willingness to pay for green roof for mitigating heat island effects in Beijing (China) // *Building and Environment*. – 2019. – C. 13-20.
211. Zhang W., Chang W. J., Zhu Z. C., Hui Z. Landscape Ecological Risk Assessment of Chinese Coastal Cities Based on Land Use Change // *Applied Geography*. – 2020. – № 117. – P. 102174.
212. Zhang X., M. Zhang, Zhang H. et al. A Review on Energy, Environment and Economic Assessment in Remanufacturing Based on Life Cycle Assessment Method // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – № 255. – P. 120160.
213. Zhang Z., Zhang H., Feng J. et al. Evaluation of Social Values for Ecosystem Services in Urban Riverfront Space Based on the SOLVES Model: A Case Study of

the Fenghe River, Xi'an, China // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – № 5. – C. 2765.

214. Zhao F., Huang M. Exploring the Non-Use Value of Important Agricultural Heritage System: Case of Lingnan Litchi Cultivation System (Zengcheng) in Guangdong, China // Sustainability. – 2020. – C. 3638.

215. Zhou W. Y., Zhang, J. Yin, J. Zhou, Z. Wu Evaluation of Polluted Urban River Water Quality: A Case Study of the Xunsi River Watershed, China // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – № 45. – P. 68035-68050

Мета-анализ исследований метода гедонистического ценообразования

Мета-анализ исследований МГЦ нацелен на систематическое выявление пробелов в исследованиях и составление карты структуры знаний, позволяющей выявить направления будущих научных изысканий в данной области. Адаптация картированной структуры знаний к условиям китайских территорий призвана улучшить концептуальное понимание данного метода и существенно ускорить его внедрение в практику принятия эколого-экономических решений.

Библиометрический анализ метаданных базы WoS по ключевым словам «гедонистическое ценообразование» и «Китай» реализован с использованием программного пакета Bibliometrix (на языке R) и программы VOSviewer. Метааналитическая библиометрия позволяет ответить на два ключевых вопроса в исследованиях гедонического ценообразования: во-первых, каковы интеллектуально-концептуальные структуры и характеристики методов гедонического ценообразования. Во-вторых, каковы текущие исследовательские приоритеты и потенциально плодотворные новые области для изучения МГЦ.

На рисунке 1 показана динамика количества статей, опубликованных с 2004 по 2022 гг., а также темпы их ежегодного прироста. За этот период количество опубликованных статей в целом значительно увеличилось, причем наибольший рост начался с 2016 года.

Результаты библиометрического анализа структуры знаний и концептуальных характеристик исследований МГЦ демонстрируют, что в поле ключевых тематик попадают три темы – качество окружающей среды, ландшафт и городские проблемы (рис. 2). Прослеживание связей между концепциями, технологиями и контекстами имеет решающее значение для выявления тематических моделей в современных исследованиях гедонистического ценообразования в Китае. Как показано на рис. 3, можно выделить 4 кластера (квадранта) таких тематических моделей.



Рисунок 1. Динамика ежегодной научной продукции в сфере исследований МГЦ²²⁸

Это нишевые (малопопулярные, нерейтинговые), прогрессирующие и

²²⁸Разработан автором с использованием метаданных Web of Science.

регрессирующие тематики, автотранспортные и базовые тематические модели. Плотность нишевых моделей высока, но уровень концентрации низкий, что указывает на эндогенную сплоченность элементов кластера и слабость экзогенных связей. Исследование информационных технологий как компонента китайской МГЦ представляет собой относительно дискретную область исследований. Прогрессирующие и регрессирующие тематики – это малочисленные, низкоплотные, низко концентрированные области исследований, включающие периферийные темы, которые, однако, могут содержать многообещающие новые направления.

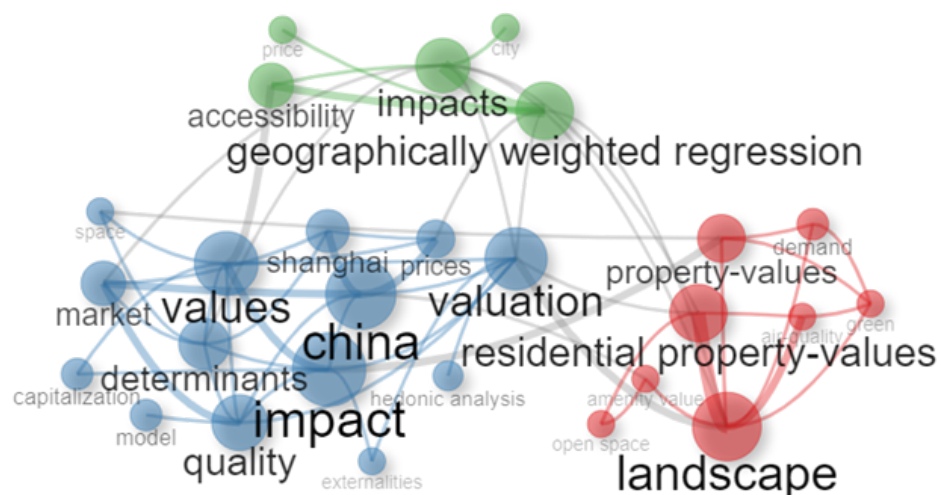


Рисунок 2. Сеть тематик исследований МГЦ²²⁹

Автотранспортная тематическая модель отличается высокой плотностью и уровнем концентрации, что указывает на ее значимость, зрелость в современных исследованиях МГЦ. Базовые темы характеризуются высоким уровнем концентрации, низкой плотностью, но не развиты и фрагментарны.

²²⁹ Разработан автором с использованием метаданных Web of Science.

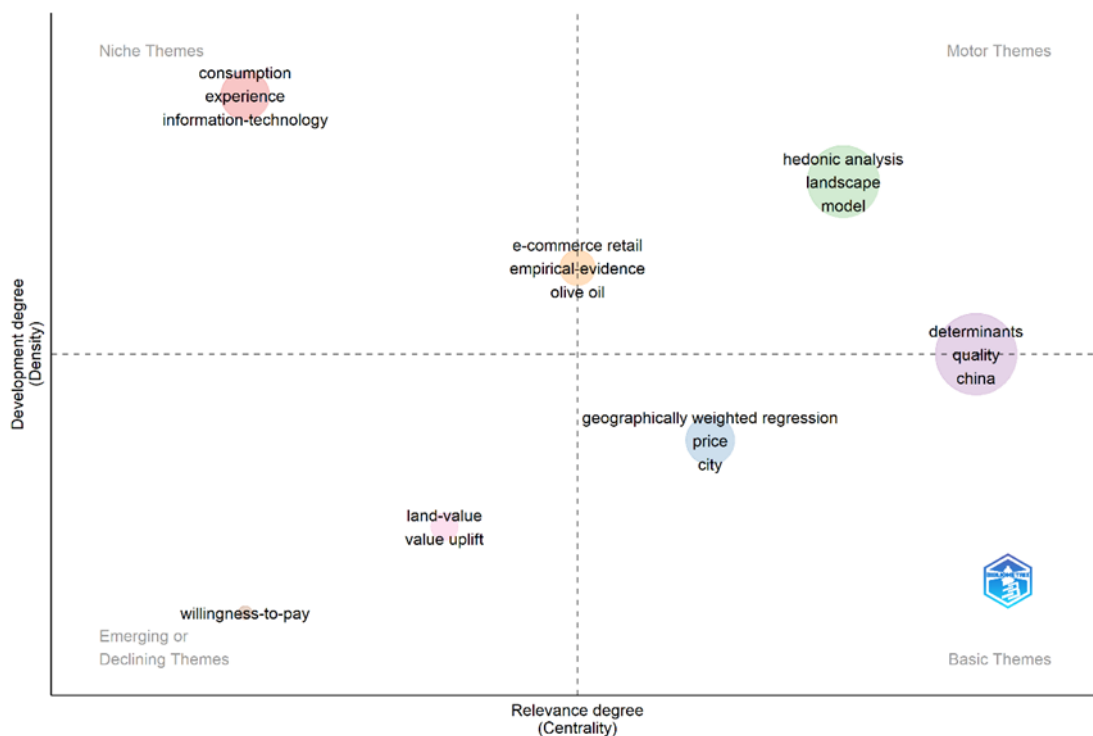


Рисунок 3. Тематическая карта исследований по методу гедонистических цен²³⁰

Исследования городских проблем и географических факторов представляют собой базовую область, которая в будущем будет способствовать развитию основного направления. Этот квадрант дает представление о макроструктуре исследований гедонистического ценообразования в Китае, подчеркивая относительную значимость, зрелость и дефинируя траекторию развития основной тематики исследований МГЦ.

²³⁰ Составлен автором с использованием метаданных Web of Science.

Мета-анализ исследований метода контингентной оценки

Мета-анализ исследований МКО нацелен на систематическое выявление пробелов в исследованиях и составление карты структуры знаний, позволяющей выявить направления будущих научных изысканий в данной области. Адаптация картированной структуры знаний к условиям китайских территорий призвана улучшить концептуальное понимание данного метода и существенно ускорить его внедрение в практику принятия эколого-экономических решений.

Библиометрический анализ метаданных базы WoS по ключевым словам «контингентная оценка» и «Китай» реализован с использованием программного пакета Bibliometrix (на языке R) и программы VOSviewer. Метааналитическая библиометрия позволяет ответить на два ключевых вопроса в исследованиях контингентной оценки: каковы интеллектуально-концептуальные структуры и характеристики методов контингентной оценки; каковы текущие исследовательские приоритеты и потенциально плодотворные новые области для изучения МКО.

На рисунке 1 показана динамика количества статей, опубликованных с 2003 по 2022 гг., а также темпы их ежегодного прироста. За этот период количество опубликованных статей в целом значительно увеличилось, причем еще больший рост начался в 2018 году, и в дальнейшем количество статей, опубликованных каждый год, было относительно высоким.

Результаты библиометрического анализа структуры знаний и концептуальных характеристик исследований МКО демонстрируют, что в поле ключевых тематик попадают четыре темы – качество окружающей среды, готовность платить, охрана и управление КОС, оценка эколого-экономической ценности (рис. 2). Прослеживание связей между концепциями, технологиями и контекстами имеет решающее значение для выявления тематических моделей в современных исследованиях контингентного оценивания в Китае. Как показано на рис. 3, можно выделить 4 кластера (квадранта) таких тематических моделей.



Рисунок 1. Динамика ежегодной научной продукции в сфере исследований МКО²³¹

Это нишевые (малопопулярные, нерейтинговые), прогрессирующие и регрессирующие тематики, автотранспортные и базовые тематические

²³¹Разработан автором с использованием метаданных Web of Science.

зрелость в современных исследованиях МКО. Среди основных исследовательских направлений в этом кластере следует выделить экологическое восстановление природных объектов, сочетающее оценку их состояния и экономической стоимости (ценности).

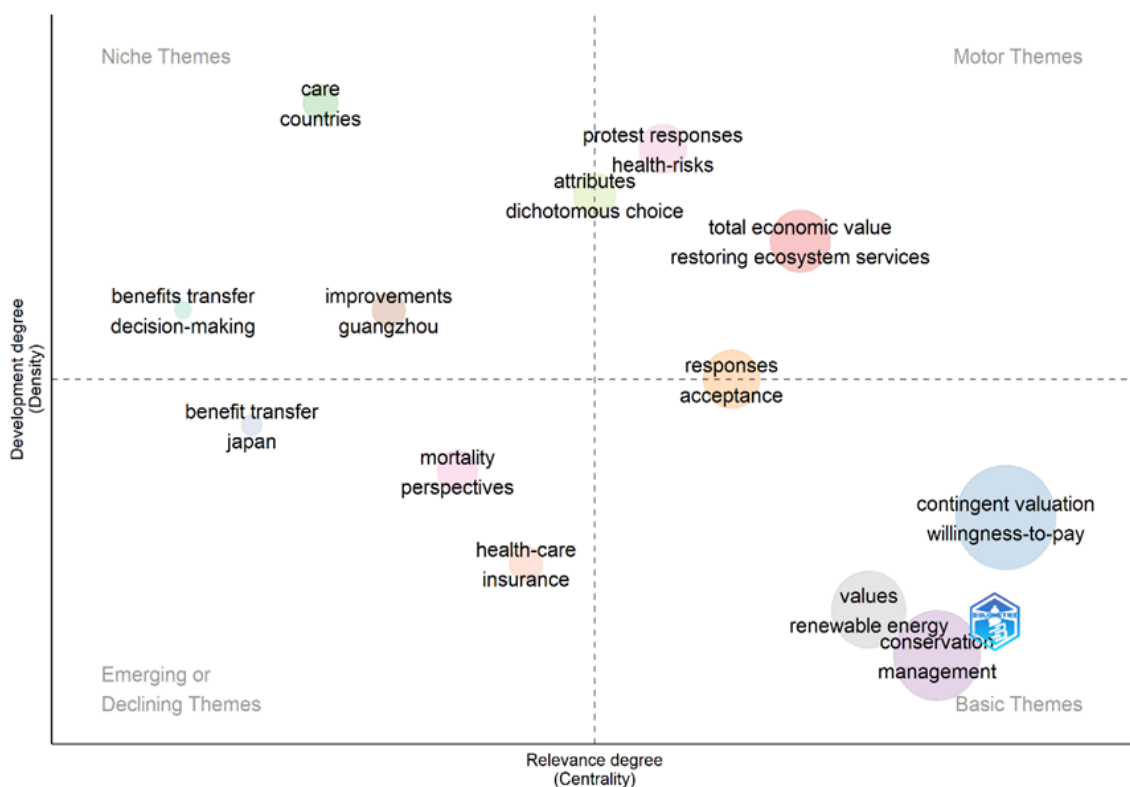


Рисунок 3. Тематическая карта исследований по методу контингентной оценки²³³

Базовые темы характеризуются высоким уровнем концентрации, низкой плотностью, но недостаточно развиты и фрагментарны. Исследования, сочетающие контингентную оценку и механизмы управления КОС представляют собой базовую область, которая в будущем будет

²³³ Составлен автором с использованием метаданных Web of Science.

способствовать развитию основного направления. Этот квадрант дает представление о макроструктуре исследований контингентной оценки в Китае, подчеркивая относительную значимость, зрелость и дефинируя траекторию развития основной тематики исследований МКО.

Анализ демографических характеристик выборочной совокупности респондентов – жителей двух районов г. Наньян

Демографические характеристики респондентов, представленные в таблице 1, дают представление о факторах, влияющих на их готовность платить (WTP) за восстановление городских рек. Уровень образования респондентов варьируется от начальной школы до степени магистра или выше, при этом средний уровень образования чуть ниже диплома о среднем образовании (среднее = 2,991). Пол кодируется как бинарная переменная, при этом мужчины составляют 54 % выборки (среднее = 0,540). Средний возраст респондентов составляет 46,25 года, при этом возрастной диапазон довольно широк ($SD = 12,74$) – от 24 до 70 лет. Ежемесячный доход, измеряемый в китайских юанях (CNY), демонстрирует значительный разброс: в среднем 4 583 CNY и значительные колебания ($SD = 1 633$ CNY), что отражает социально-экономическое разнообразие среди участников. Респонденты также сообщили о расстоянии их жилья от берега реки, и средний балл 2,675 указывает на то, что большинство из них живут относительно близко к реке. Это расстояние измеряется по шкале от 1 (очень близко) до 5 (далеко), а вариативность умеренная ($SD = 1,098$). Статус занятости - еще одна ключевая переменная: почти 70 % опрошенных имеют работу (среднее = 0,699). Эти переменные важны для анализа факторов, влияющих на ГП респондентов в отношении восстановления реки, поскольку они отражают как социально-

экономический фон, так и географическую близость к рекам. Сравнение демографических характеристик выборочной совокупности респондентов двух районов г. Наньян приведено в таблице 2. Сравнение этих характеристик со средними фактическими показателями с целью оценки репрезентативности показало, что в выборке немного больше мужчин (54 % - 51 % согласно статистическим данным по городскому населению в целом), преобладают более молодые люди (20-35 лет) (23 % по сравнению с 14 %), уровень образования немного смещен в сторону более высоких уровней, по уровню доходов наблюдается близкое соответствие фактическим данным, особенно в диапазоне 2001-6000 юаней.

Таблица 1 – Демографические характеристики респондентов – факторные переменные модели гедонистического ценообразования²³⁴

Факторные переменные модели	Сущность	наблюдения	Среднее	стандартная ошибка	Мин	Макс
Уровень образования	Высший уровень образования респондента по шкале: 1 = начальный уровень; 2 = средний; 3 = старшая школа; 4 = степень бакалавра; 5 = степень магистра или выше	326	2,991	1,077	1	5

²³⁴Составлена по результатам анкетного опроса.

Пол	1= мужчина; 0 = женщина	326	0,540	0,499	0	1
Возраст	Возраст респондента в годах	326	46,25	12,74	24	70
Доход	Ежемесячный доход респондента в китайских юанях	326	4583	1633	0	9600
Расстояние до реки	Расстояние от дома респондента до берега реки, измеренное по шкале от 1 до 5: 1 = Очень близко 5 = Далеко	326	2,675	1,098	1	5
Статус занятости	1= респондент работает; 0 в противном случае	326	0,699	0,459	0	1

Таблица 2 – Сравнение демографических характеристик респондентов
двух районов г. Наньян²³⁵

Характеристика	Уровень	Выборочное среднее	Население Среднее
Пол	мужчина	54%	51%
	женщина	46%	49%
Возраст	20–35	23%	14%
	36–45	22%	21%
	46–55	24%	23%
	56–65	19%	11%
	>65	12%	13%

²³⁵ Составлена автором на основе статистических данных Наньянского статистического ежегодника

Уровень образования	начальная школа	11%	21%
	средняя школа	19%	31%
	старшая школа	35%	21%
	Степень бакалавра	29%	24%
	Степень магистра или доктора философии	6%	3%
Доход	0–2000	4%	8%
	2001–4000	29%	29%
	4001–6000	47%	45%
	6001–8000	19%	17%
	>8000	1%	1%

Описательная статистика в исследовании ценности городских зеленых зон

В исследовании ценности городских зеленых зон использованы данные о транзакциях с китайского сайта Anjike, статистическая информация Национального бюро статистики Китая. В таблице 1 представлена описательная статистика данных.

Таблица 1 – Описательная статистика

Переменная	Описание	Среднее	стандартная ошибка	Мин	Макс
Цена на жилье	Цены сделок CNY/m ²	9292	6152	2787	53941
Зеленые зоны	Площадь территории зеленых насаждений	18063	24701	1461	148393
pGDP	ВРП на душу населения	76331	30613	16057	189568
Этажность	Общее количество этажей в доме	17,49	5,023	6	25
Обеспеченность инфраструктурой 1	Общее количество больниц в радиусе 1000 метров	2,789	1,534	0	6
Обеспеченность инфраструктурой 2	Общее количество школ в радиусе 1000 метров	4,018	1,784	1	9
Год	Год постройки объектов	2008	4,328	2000	2018
Ориентация	Ориентация квартиры (юг=1, иначе=0)	0,846	0,361	0	1
Наличие ремонта	Наличие ремонта (Отремонтирована =1, иначе=0)	0,376	0,485	0	1
Транспорт	Общее количество транспортных станций в радиусе 1000 метров	3,849	1,954	1	9

**FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION
"SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY"**

On the rights of the manuscript

董一楠

DONG YINAN

**ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF
ENVIRONMENTAL QUALITY AS A NATURAL BASIS FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CHINESE
TERRITORIES**

**Specialty 5.2.3. Regional and sectoral economics: economics of nature usage
and land organization**

DISSERTATION

for the degree of candidate of economic sciences

Research Supervisor:
Doctor of Economics, Professor

Lazareva Elena Iosifovna

Rostov-on-Don – 2025

CONTENTS

INTRODUCTION.....	3
1 ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF THE QUALITY OF ENVIRONMENT IN THE SYSTEM OF ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY: THEORETICAL – METHODOLOGICAL ANALYSIS	14
1.1 Ecological-economic assessment of environmental quality as a natural basis for sustainable development of the territory: essence and conceptual-categorical analysis....	14
1.2 Evolution of theoretical-methodological approaches to the ecological-economic assessment of the environmental quality of the territory.....	32
1.3 Methods and tools for realization of the modern approach to ecological-economic assessment of the territory's environmental quality.....	45
2 DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL MODEL OF SYSTEM ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY OF CHINESE TERRITORIES	57
2.1 Environmental quality of PRC territories as an indicator of imperfection of its ecological-economic assessment in the system of ensuring sustainable spatial development	57
2.2 Formation of a conceptual model of systemic ecological-economic assessment of environmental quality of Chinese territories based on the theory of total economic value of nature	72
2.3 Development of methodological tools for ecological-economic assessment of structural components of the environmental quality of the territory based on indirect/ user preferences	84
3 MODEL OF HOLISTIC ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY AS A TOOL TO IMPROVE SUSTAINABILITY OF DEVELOPMENT OF CHINESE TERRITORIES.....	102
3.1 Analysis of sustainability assessments of China's territorial development trajectories based on econometric modeling results.....	102
3.2 Identification of willingness to pay for the improvement of environmental quality of territories using hedonic and contingent tools of diagnostics of residents' preferences..	113
3.3 Valuation of urban green spaces: a spatially weighted hedonic pricing approach.....	127
3.4 Identification of key directions for increasing sustainability of the dynamics of development of China's territories on the basis of improving the tools of ecological-economic assessment of environmental quality.....	132
CONCLUSION	145
LIST OF SOURCES USED	149
APPENDICES	179

INTRODUCTION

The relevance of the research topic is defined by the current variable trends of growing instability of ecological-economic development of countries (including the People's Republic of China) and territories, initiated by constant fluctuations in the economic situation under the influence of various challenges. Trends of instability bring to the forefront the settlement of exclusively financial and economic problems, leaving behind the solution of environmental dilemmas (low quality of the accumulated natural resource potential and underdeveloped mechanism of its conversion into factors of innovation-oriented development of the national economy, progressive pollution of the (natural) environment, requiring more and more costs for neutralization of polluting emissions and production / consumption waste management), which determine both the efficiency of the host country and the efficiency of the economy.

The change of established trends, transition to the trajectory of sustainable development of territorial ecological-economic systems require innovative systemic understanding of ecological-economic collisions, development of methodology and tools of ecological-economic assessment of environmental quality (hereinafter - EQ), which would form the foundation of transformations aimed at achieving sustainability imperatives.

Multidimensional environmental quality is the dominant factor shaping the trajectory of ecological and economic development of the territorial system. The core transformational idea is to look at natural goods not only as a resource with

a market price that provides economic activity, but also a broader vision of their value (including the assessment of cultural, supporting and regulating functions), which forms, in particular, the category of “ecosystem services”.

In terms of coverage of the structural components of environmental quality, this approach ensures systematic (comprehensive) assessment, integration into the assessment framework of parametric characteristics that comprehensively determine the potential of the environment as a natural basis for sustainable development of the territory. In the spatial aspect, the consideration of environmental and economic problems in the system “Macro - meso (region) - municipal level (city)” is a key condition for the development of interrelated multi-level strategies for sustainable development of territorial systems.

Monitoring of the assessment tools used in the territories of China has revealed its “narrowness”, inconsistency with the requirements of a systematic approach to measuring the full ecological and economic value of the integral EQ of the territory, which actualizes the need to develop and justify the mechanism that provides a full-fledged (holistic) ecological-economic assessment of environmental quality of the territories of China.

Degree of development of the research topic. The research subject of the concepts of ecological-economic assessment of environmental quality, considered as a natural basis for sustainable territorial dynamics is quite extensive (economic evaluation of various types of natural resources, issues of indication of sustainability of ecological-economic development, analysis of the effectiveness of

natural resource use, tools of ecological-economic policy).

Theoretical-methodological aspects of the economy of sustainable environmental management are substantiated in the works of Ryumina E.A., Pakhomova N. V., Bobylev S.N., Khachaturov T.S., Lazareva E.I., Ketova N.P., Hicks J. and others.

In the scientific works of Russian and foreign authors Zakharov A.S., Gofman K.G., Meadows D, Ovchinnikov V.N., Danilov-Danilyan V.M., Mesarovich M., Mekush G.E., Lysochenko A.A., Carlos A. R. and others present mechanisms for ensuring the sustainability of multilevel ecological-economic systems development.

The studies of Girusov E.V., Kosolapova N.A., Nikonorov S.M., Motkin G.A., Porfiriev B.N., Yarosh O.B., Dixon D.A., etc. made a significant contribution to solving the problems of structurization of environmental quality as a natural basis for sustainable territorial dynamics.

Various methods and tools of ecological-economic assessment of environmental quality are considered in their studies by Kirillov S.N., Chernova O.A., Magaril E.R., Sadykova E.T., Mikheeva A.S., Dumnov A.D., Dumnov A.D. and other scientists. Studies by Adams, Randall, Bateman, Turner, Green, Bishop, Hafer and other authors have demonstrated that methods of non-market ecological-economic assessment of environmental quality, primarily methods of indirect / revealed user preference, are the most effective.

Noting that these and other works substantiate a variety of theoretical

mechanisms and practice-oriented tools of ecological-economic assessment of EQ in the system of ensuring sustainable territorial dynamics, we emphasize the insufficiency of the results obtained and, as a consequence, the incomplete development of a systematic approach to measuring the full ecological-economic value of the integral EQ of the territory, along with the relevance that determines the choice of the research topic.

Object and subject of the study. *The object of the study* is the quality of the environment as a natural basis for sustainable development of China's territories. The *subject* is the mechanism of ecological-economic assessment of environmental quality as an important component of the system of ensuring sustainable balanced development of China's territories.

The scientific hypothesis of the study is based on the assumption of the key role of ecological-economic assessment of environmental quality in the set of measures of public authorities at the meso-level for the formation and implementation of the strategy of sustainable development of the territory and is based on a systematic approach to measuring the full economic value of natural resources of the territory.

Purpose and objectives of the study. *The purpose of the study* is theoretical and conceptual substantiation and development of practical and useful tools for ecological-economic assessment of the quality of key structural components of the territory's environment, as well as the formation of recommendations for its use to ensure the trajectory of sustainable development of the territories of the People's

Republic of China.

Within the framework of the formulated goal of the thesis, the following *tasks* were defined and solved in the course of the research:

- to identify theoretical-methodological features of current approaches to the definition and ecological-economic assessment of environmental quality in the context of sustainable development of the territory; to supplement and clarify the categorical apparatus in the field of ecological-economic analysis of the EQ of the territory;

- to argue the attributes of analytical categorization of elements of the concept of systemic ecological-economic assessment of the territory's EQ;

- to propose and substantiate the conceptual layout (scheme) of ecological-economic assessment of environmental quality, based on a systematic approach to measuring the full economic value of natural resources of the territory;

- to substantiate the methodological toolkit of non-market ecological-economic assessment of components of integral environmental quality, combining models of spatial econometrics and assessment models of indirect / revealed user preference;

- to form recommendations on the use of tools of systemic ecological-economic assessment of EQ to ensure the trajectory of sustainable development of China's territories.

Area of research. The research is carried out within the framework of the Passport of specialty of the Higher Attestation Commission of the Ministry of

Education and Science of Russia 5.2.3 Regional and sectoral economics: economics of nature use and land management: item 9.2. Economic evaluation of land and other types of natural resources; item 9.3. Sustainability and efficiency of socio-ecological-economic development. The system of indicators of sustainable development of territories; item 9.11. Environmental policy. Stimulation of economic environment greening and increase efficiency of nature management by means of economic policy methods.

The theoretical-methodological basis of the study is formed by modern concepts of well-known scientists-economists dealing with the issues of ecological-economic assessment of environmental quality of the territory, as well as those who study the problematics of the peculiarities of the formation of the strategy of sustainable development of economic systems.

The author in the process of research used general scientific research tools: system approach, conceptual and econometric modeling, scientific abstraction, subject-object, comparative, statistical analysis, etymologization, tabular and graphical interpretation of empirical and factual data. The totality of these methods of scientific cognition allowed us to achieve the necessary level of factual reliability and argumentation of the research conclusions. The processing of statistical data characterizing the level of sustainability of development of Chinese territories was implemented using the software product STATA, CiteSpace, R program, and MS excel.

The information-empirical and institutional-normative base of the

research contains statistical data, normative-legal, strategic and program documents of authorities of different countries, materials of international expert and rating agencies. The thesis uses a wide empirical array, a large number of publications and analytical data, the results of the author's theoretical and practical research on the topic of the study, which as a result allowed us to focus on improving the methodology and tools of ecological-economic assessment of environmental quality through the prism of considering it as a natural basis for sustainable development of the territory.

The following provisions are put forward for defense:

- core theories of ecological-economic assessment of environmental quality at the meso-level in the context of the increased importance of natural resources as a basis for sustainable development of territorial systems;
- conceptual attributes of user and existential structural components of multidimensional EQ of territories, determining the choice of evaluation approaches;
- system-methodological layout (conceptual scheme) of a full-fledged assessment of the economic value of China's territories based on the theory of the total economic value of nature, integrating the interrelated procedures of identification and qualitative-quantitative measurement of the value of user and non-user (existential) structural components of EQ;
- methodological toolkit for non-market ecological-economic assessment of integral environmental quality components, combining spatial econometrics

models and evaluation models of indirect / revealed user preference;

- ways of identification of directions for increasing the sustainability of the dynamics of development of China's territories on the basis of improving the toolkit of ecological-economic assessment of EQ.

Scientific novelty of the study lies in the generalization and clarification of the essence and theoretical and conceptual foundations of ecological-economic assessment of environmental quality, presentation of the author's vision of the principles and tools of the systemic assessment approach to measuring the full economic value of the integral EQ as a natural basis for sustainable development of the territory. The most significant scientific results (elements of scientific novelty) obtained personally by the co-researcher:

1. On the basis of the study of conceptual-categorical apparatus and methodological foundations scientific ideas about the ecological-economic assessment of environmental quality and its place in the system of sustainable development of the territory are deepened, consisting in the identification of monetary assessment as an economic measure of the state of environmental structural components that constantly and invariably provide full-fledged processes of reproductive socio-ecological-economic development of the territory.

2. The conceptual and theoretical proof of the principle of structurization of environmental quality, which guarantees support of balanced-reproductive development of the territory – the formula of installation in the ecological-economic analysis of traditional natural resources / goods having direct and indirect

use value (timber, including medicinal plants, CO_2 binding and water-regulating functions) and ecosystem services that are not subject to market valuation (conservation of ecological resource for possible use).

3. A balanced system-methodological layout (conceptual scheme) of ecological-economic specification of the environmental quality of the territory in the context of the system approach to the assessment of the full economic value of natural resources, integrating tools of market assessment of user structural components and tools of non-market ecological-economic assessment of non-user (existential) environmental components.

4. The author's methodological toolkit of complex multi-parametric assessment of the economic value of structural components of environmental quality of the territory on the basis of non-market identification and analytics of implicit (revealed, stated) user preferences, based on the system of interrelated models of spatial econometrics, hedonic pricing and contingent analysis has been developed and tested.

5. Recommendations on the use of methodological tools of system ecological-economic assessment of structural components of natural environment quality to ensure the trajectory of sustainable development of the territories of the People's Republic of China have been developed.

Theoretical significance of the study consists in the clarification of theoretical-conceptual representation of the ecological-economic assessment of environmental quality by considering its principles and tools of the systemic

evaluation approach to measuring the total economic value of the integral EQ as a natural basis for sustainable development of the territory.

The conclusions and results obtained as a result of the study develop methodological foundations and methods of socio-economic assessment of natural resources in order to improve management, as well as can be used in the educational process to improve the programs of disciplines "Economics of Nature Management", "Management of Sustainable Development Economics: Strategies, Models, Resources", "Environmental Management", "Management of Sustainable Development of Ecosystems", "Modern Strategies of Nature Management", etc.

The practical significance of the work consists in the development of the author's methodological toolkit of systemic ecological-economic assessment of structural components of the environmental quality of the territory on the basis of indirect / revealed user preference, as well as recommendations on the use of the toolkit to ensure the trajectory of sustainable development of the territories of the People's Republic of China.

Degree of reliability and approbation of the research results. The validity and reliability of the results of the research is determined by the logically justified correct application of a set of methods of scientific research, united by the goal, objectives and theoretical-methodological basis of the thesis, the use of relevant scientific approaches and tools in the research process. The theoretical conclusions of the work are sufficiently empirically confirmed.

Key theses and results of the study were fully reflected in scientific

publications, as well as in reports at scientific-practical conferences of various levels in 2018-2024 in the cities of Rostov-on-Don, Moscow, Krasnoyarsk. Theoretical-methodological developments and factual material contained in the text of the dissertation were used in the development of the "Report on research work in the implementation of the RFBR scientific project № 18-010-00594 on the theme: Harmonization of public-private interests in the management of sustainable development of the region on the basis of economic and mathematical modeling". Conceptual provisions and methodological developments contained in the work are used in the educational process at the Faculty of Management of the Southern Federal University within the framework of the master's program "International Management".

Publications. The main content of the work is presented in 13 publications, including: 4 articles published in the editions specified in the “List of peer-reviewed scientific editions in which the results of dissertation research for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences should be published”, included in the list of the Higher Attestation Commission; 3 articles in scientific journals included in the databases of international scientific citation indices Scopus and WoS; 5 publications in conference proceedings.

Structure and volume of the work. The volume of the study is 190 pages and includes an introduction, 3 chapters consisting of 10 paragraphs, as well as the conclusion, a list of used literature of 215 titles, 4 appendices.

1 ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF THE QUALITY OF ENVIRONMENT IN THE SYSTEM OF ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY: THEORETICAL – METHODOLOGICAL ANALYSIS

1.1 Ecological-economic assessment of environmental quality as a natural basis for sustainable development of the territory: essence and conceptual-categorical analysis

Amidst rapid economic expansion, the pressing need for substantial growth has intensified environmental deterioration, adversely affecting various socio-economic and life-sustaining processes. This necessitates a fundamental shift toward sustainable development. Central to this transformation is environmental quality (EQ), which thorough and accurate ecological-economic evaluation is crucial for identifying the direction and magnitude of its direct and indirect effects on life-support systems, economic activities, and societal progress. Such assessments are vital for advancing sustainable development principles¹.

Given its profound impact on both societal well-being and economic advancement, quantifying EQ through economic valuation proves crucial for formulating robust regional sustainability policies. This approach is grounded in the methodological integration of ecological-economic valuation theories and the sustainability of economic trajectories. By adopting an integrated framework, the

¹ Лазарева Е.И. Экологическая параметризация траекторий интеграционно-кластерной региональной политики инновационного роста // Экономика природопользования. – 2008. – № 3. – С. 71-85.

complex interrelationships among a region's economic, social, and environmental systems become apparent, yielding critical insights for evidence-based policy formulation and strategic sustainable development planning. Consequently, decision-makers gain a holistic understanding of the long-term repercussions of ecological-economic policies, enabling a smoother transition toward sustainable economic models at the regional level.

The theory of sustainable development of the territory emphasizes the coordinated development of the economy, resource use and environmental protection. The harmonious progression of the tripartite system components is realized via the integration of fundamentally interconnected ecological-economic policy choices. Among the pivotal categories of such decisions required for establishing territorial eco-development strategies, valuation-related determinations occupy a central position. One of the key types of ecological-economic decisions necessary for the formation of the strategy of ecological-economic development of the territory is assessment decisions. This circumstance is explained by the following two reasons. The first is that the integrated approach, assessing the EQ with the help of economic tools, ensures that this quality is taken into account in the strategy of socio-economic development of the territory. The second reason is the integrated measurement of the socio-ecological-economic value of the EQ, which creates the basis for its improvement in order to achieve the UN 2030 Sustainable Development Goals.

The synthesis of three core theoretical pillars – environmental quality

conceptualization, sustainable development paradigms, and territorial economic evaluation techniques - forms a vital basis for validating analytical frameworks in ecological-economic governance. This tripartite integration proves indispensable for formulating sustainability pathways grounded in systematic appraisal. The combined approach systematically examines four fundamental dimensions: (1) the conceptual boundaries and architectural composition of environmental quality; (2) the interdependence between regional sustainable development and EQ's ecological-economic valuation; (3) applicable analytical instruments for integrated territorial EQ assessment; and (4) key determinants shaping a territory's environmental quality parameters. Through this multidimensional examination, the integrated framework enables synergistic reconciliation of ecological preservation and economic development objectives while promoting sustainability transitions.

Regarding the first research question, contemporary scholarly literature reveals that environmental quality (EQ) is best defined as a multidimensional state determined by measurable physical, chemical, biological, and composite indicators². This conceptualization positions EQ in a dual role: it simultaneously functions as (1) the fundamental provider of natural resources essential for human sustenance and socioeconomic activities, and (2) the critical sink for absorbing and processing waste outputs from industrial production and consumption patterns.

² Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) Об охране окружающей среды (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024). URL: https://groro.rpn.gov.ru/upload/iblock/c36/1uqy3p77dfbriu9rca9zrwgryzez19mk/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7_FZ-red.-ot-25.12.2023.pdf (дата обращения 02.04.2024)

Environmental quality, as a rule, is considered at one level (both in the territorial-spatial perspective and in the aspect of individual structural components), within the framework of individual parametric characteristics³. There is no comprehensive system of environmental quality indicators and the indicators are not integrated into the process of forming a strategy for sustainable development of the territory.

The proposed methodology of complex multilevel analysis of the territory's EQ is based on the understanding of it as a significant natural-ecological resource, having, as D. Ricardo emphasized, economic value⁴. It, like any other natural-ecological resource, has a certain structure and can be measured using quantitative and/or qualitative indicators (such as air quality index, water quality index, soil pollution levels, biodiversity, etc.)

The main components of environmental quality include (Figure 1.1):

1. Atmospheric quality characterized by the level of concentration of various pollutants.
2. Quality of the aquatic environment, including surface and groundwater quality.
3. Soil quality, reflecting the degree of soil contamination and fertility.
4. Quality (level) of biodiversity and ecosystem stability.

³ Jiang X., Li G., Fu W. Government Environmental Governance, Structural Adjustment and Air Quality: A Quasi-Natural Experiment Based on the Three-Year Action Plan to Win the Blue Sky Defense War // Journal of Environmental Management. - 2021. - № 277. - P. 111470

⁴ Ricardo D. On the Principles of Political Economy and Taxation // J. Murray London. - 1911. - P. 2-5 <https://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/gclark/210a/readings/Ricardo.pdf>.

5. Quality of waste management, including the level of waste utilization and recycling, as well as the efficiency of solid waste management infrastructure.

6. Conservation of forest potential, characterized by the degree of conservation forest ecosystems, their restoration and reproduction.

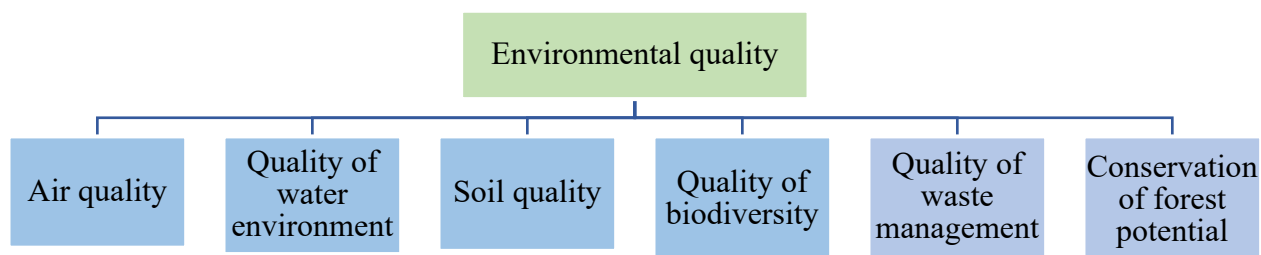


Figure 1.1 - Structure of environmental quality of the territory⁵

Multidimensional environmental quality is a key factor shaping the trajectory of ecological-economic development of a territorial system⁶. The environmental sustainability of this pathway can be understood as ensuring current needs are met without compromising future generations' ability to fulfill theirs. This approach emphasizes an integrated strategy that promotes the harmonious development of the economy, society, and environment. Furthermore, this approach corresponds with a developmental pathway that: elevates ecological consciousness among communities; promotes sustainable utilization of natural assets; cultivates

⁵ Compiled by the author. The structure of EQ is consistent with the methodology of calculation of the complex indicator "Environmental Quality" approved by the Resolution of the Government of the Russian Federation No. 542 dated 03.04.2021.

⁶ Kiyosov S. U. A Primary Factor in Sustainable Development and Environmental Sustainability Is Environmental Education // Caspian Journal of Environmental Sciences -2023. - No. 4. - P. 965-75.

stewardship ethics for biodiversity preservation. These collective efforts ultimately serve to protect environmental endowments for posterity.

In conclusion, territorial sustainability should be conceptualized as a harmonized regenerative process integrating ecological and economic dimensions, with the dual objectives of environmental enhancement and equitable realization of long-range socioeconomic targets. The transformation toward ecologically sustainable economic models fundamentally reconfigures resource utilization patterns through qualitative technological innovations and organizational restructuring. This transition aligns with the reproductive assessment paradigm in ecological economics, which conceptualizes EQ as an active participant in natural capital regeneration processes⁷, a part of ecosystem services has the status of market value, necessary for human life, and, as a consequence, it can be assessed at the cost of reproduction.

Studies of interrelationships between sustainable economic development of territory and ecological-economic assessment of EQ are fragmentary (non-systemic) and do not take into account the spatial characteristics of territories. Thus, S.A.R. Khan et al. showed that environmental pollution has a negative impact on human health, which leads to an increase in the cost of the state for health care and has a negative impact on the sustainability of economic growth⁸. A number of other

⁷ Овчинников В.Н. Воспроизводственный подход к управлению устойчивостью развития природохозяйственных экосистем в новых реалиях / Овчинников В.Н., Кетова Н.П. // *Journal of Economic Regulation*. – 2022. – Т. 13. – № 4. – С. 99-107.

⁸ Khan S., Zhang Yu., Miller S. Industry 4.0 and circular economy practices: A new era of business strategies for environmental sustainability // *Business Strategy and the Environment*. 2021. DOI:10.1002/bse.2853

authors, as a result of their studies, have drawn conclusions about the deterioration of the EQ under the influence of increasing energy consumption; intensification of economic development of the Arctic countries and the USA⁹.

Transitioning from unidimensional to hierarchical assessment of environmental quality establishes the methodological basis for formulating holistic territorial sustainability strategies. This paradigm necessitates concurrent evaluation of ecological-economic challenges through a spatially differentiated lens, particularly employing the "Macro-Regional-Local" analytical framework. Such cross-scalar examination enables the development of synchronized policy measures that maintain coherence with sustainability objectives across all governance tiers¹⁰. In the aspect of coverage of structural components of environmental quality, the systematicity (comprehensiveness) of assessment is ensured, integration into the assessment framework of parametric characteristics that comprehensively determine the potential of the environment as a natural basis for sustainable development of the territory¹¹.

The multilevel approach to research enriches single-level scenario studies of sustainable development trajectories of the territory. Systemic

⁹ Umar M., Ji X., Kirikkaleli D., Alola A. A. The Imperativeness of Environmental Quality in the United States Transportation Sector amidst Biomass-Fossil Energy Consumption and Growth // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – No P.285. – . 124863.

¹⁰ Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang B. An Environmental Impact Assessment of Economic Complexity and Energy Consumption: Does Institutional Quality Make a Difference? // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2021. – No P.89. – .106603.

¹¹ Gulaliyev M. G., Muradov R. S., Hajiyeva L. A., Muradova H. S., Hajiyeva L. A., Muradova H. R., Aghayeva K., Aliyev E. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality // *Ekoloji Dergisi*. -2019. - No. 107 - P.

multidimensional ecological-economic assessment of EQ is an integral component of ensuring comprehensive progress of socio-ecological-economic development of the territory and thus creates reliable support for the development of a strategy to achieve sustainable development goals. The growing interest in ecological-economic assessment of environmental quality observed in recent decades demonstrates that governments and citizens are aware of the importance of moving towards a sustainable development trajectory. This, in turn, requires the development of new effective decision-making tools that integrate environmental, economic and social aspects of sustainability.

Improvement of EQ and pollution control are critical to achieving sustainable development goals in China's territorial systems. A new territorial policy based on systemic ecological-economic assessment of territorial environmental quality is needed.

Contemporary studies on EQ evaluation predominantly concentrate on examining the sustaining capacity of ecological assets. As an illustration, a research group headed by Guillermo conducted a comprehensive ecosystem services assessment through product lifecycle methodology, investigating the provisioning services of natural capital within industrial manufacturing contexts. Their analysis uncovered significant correlations between raw material utilization patterns and the resilience of production systems¹².

¹² Guillermo V.V., Salgado J.C., Felipe A., D.A. Sustainability Indicators for the Assessment of Eco-Industrial Parks: Classification and Criteria for Selection // Journal of Cleaner Production. -2016. -No.133. -P.99-116.

The number of studies on ecological-economic assessment is very limited. The focus of these studies is on assessments of both industrial and agricultural environmental impacts, taking into account the type of area (urban or rural)¹³. Yang S. and Kong X. implemented a coordinated ecological-economic approach to static-dynamic assessment of residential environmental quality of an urbanized area assessed the ecological environment in rural areas, showing its importance for economic development¹⁴.

Regarding the assessment tools, there is no consensus in the current scientific environment on the advantages and disadvantages of the individual methods human and environmental risk assessment¹⁵, ecological footprint¹⁶, pressure-state-response framework¹⁷ and life cycle¹⁸ used for ecological-economic assessment of EQ¹⁹.

Contemporary scholarship has observed a significant expansion in the conceptual boundaries of sustainability, which has correspondingly transformed

¹³ Dou C. Zheng L., Wang W., Shabaz M., Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // *Mathematical Problems in Engineering*. - 2021. - P. 1566538.

¹⁴ Yang S., Kong X. Evaluation of Rural Tourism Resources Based on AHP-Fuzzy Mathematical Comprehensive Model // *Mathematical Problems in Engineering* -2022. – P.7196163.

¹⁵ Zhang W., Chang W. J., Zhu Z. C., Hui Z. Landscape Ecological Risk Assessment of Chinese Coastal Cities Based on Land Use Change // *Applied Geography*. - 2020. - No. 117. - P. 102174.

¹⁶ Matuščík J., Kočí V. What Is a Footprint? A Conceptual Analysis of Environmental Footprint Indicators // *Journal of Cleaner Production*. - 2021. - No.285. - P.124833.

¹⁷ Boori M.S., Choudhary K., Paringer R., Kupriyanov A. Eco-Environmental Quality Assessment Based on Pressure-State-Response Framework by Remote Sensing and GIS // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. - 2021. - No.23. - P. 100530.

¹⁸ Kamilė P., Monika S., Jolanta D. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Electric and Conventional Vehicles in Lithuania // *Journal of Cleaner Production*. - 2020. - No. 246. - P. 119042.

¹⁹ Loiseau E., Junqua G., Roux P., Bellon-Maurel V. Environmental Assessment of a Territory: An Overview of Existing Tools and Methods // *Journal of Environmental Management*. - 2012. - No.112. -P. 213-225.

approaches to territorial EQ assessment. This methodology has progressively incorporated dimensions such as employment prospects, social well-being and public health, environmental impacts, and other outcomes resulting from territorial policies, reflecting an expanded scope of consideration in sustainability research^{20, 21}. Some interpretations of ecological-economic valuation are summarized in Table 1.1.

Table 1.1 - Interpretations of ecological-economic assessment by different authors²²

Authors	Year	Interpretation
Green et al ²³	1990	Assessing the economic value of environmental resources as public goods
Green and Tunstall ²⁴	1991	There is consistency between economic and ecological theories of value, individual preferences and willingness to pay for environmental goods can be directed towards the continued existence of goods in a general sense, and value should be linked to individual objects
Goodacre and McCabe ²⁵	2002	Economic evaluation is the measurement of two important economic indicators: costs and benefits
C.G. Hoffmann and his school ²⁶	2004	Ecological-economic valuation is an integrative approach that combines the valuation of natural resources and ecosystem services with the analysis of ecological-economic balances and reproduction of natural resource potential

²⁰ Bhalla A. S. Environment, Employment and Development International Labour Organization. –1992.

²¹ Mohamed A. H., Ahmed E. N., Fedekar F. M. Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risk // American Journal of Water Science and Engineering. - 2016. -№ 3. – P.14-19.

²² Compiled by the author

²³ Green C. H., Tunstall S. M., N'Jai A., Rogers A. Economic Evaluation of Environmental Goods // Project Appraisal. - 1990. - № 2. - P.70-82.

²⁴ Green C. H., Tunstall S. M. Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible // Journal of Environmental Management. - 1991. - No.33. - P. 123-141.

²⁵ Goodacre S., McCabe C. An Introduction to Economic Evaluation // Emergency Medicine Journal: EMJ. - 2002. - No.19. - P. 198-201.

²⁶ Гофман К.Г. Разработка систем комплексной оценки природной части национального богатства / К.Г. Гофман, Е.В. Рюмина, А.А. Гусев, А.А. Голуб, Г.А. Моткин // Научный отчет Института проблем рынка РАН. 1992. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r92-0057.htm>

Shafieian and Khiadani ²⁷	2020	Using a life-cycle approach, the economic value of the energy environment can be assessed
Dou et al ²⁸	2021	Urban ecological-economic assessment is a coordinated assessment system that integrates the weighting of various urban indicators based on the living conditions of the urban population

The systemic nature of ecological-economic assessments of EQ can be achieved only with the use of appropriate tools. Contemporary assessment methodologies now necessitate moving beyond conventional monetization approaches toward a more holistic evaluation framework. This paradigm shift requires not only the full socio-economic value of the natural-ecological resource, but also the spatial characteristics of the territory.

The concept of systemic ecological-economic assessment of the territory's EQ differs from traditional conceptual approaches by increasing the degree of coordination (consistency) of ecological-economic management decisions by taking into account new functional parameters (ecosystem services, resource efficiency and social well-being), which contributes to approaching the target criteria of intergenerational equity and long-term sustainability.

Environmental quality, along with other natural resources within a territory, falls into the category of goods lacking explicit market prices. This characteristic necessitates the use of specialized ecological-economic evaluation approaches to determine their socio-economic value. Research highlighting the priorities of

²⁷ Abdellah S., Mehdi K. Integration of Heat Pipe Solar Water Heating Systems with Different Residential Households: An Energy, Environmental, and Economic Evaluation // *Case Studies in Thermal Engineering*. - 2020. - No.21. - P. 100662.

²⁸ Dou C., Zheng L., Wang W., Shabaz M. Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // *Mathematical Problems in Engineering*. - 2021. -No. 1 - P1566538

sustainable development concepts reveals that these concepts emphasize the application of research methods not only at the global or national level but, more importantly, at the territorial (regional) level²⁹. This requires the development of specific procedures and assessment methods adapted to the environmental, social and economic conditions of different territories. The primary purpose of evaluating EQ from an ecological-economic perspective involves systematically quantifying its measurable attributes that emerge due to economic influences. This evaluation process fundamentally relies on analyzing the relationship between expenditure inputs and derived advantages³⁰.

The notion of comprehensive ecological-economic evaluation of a region's EQ synthesizes three fundamental components: the conceptual understanding of EQ, sustainability development theories, and cross-disciplinary assessment methodologies derived from diverse academic domains including economics and ecological sciences. The interdisciplinary integration of these concepts allows to improve the methodology of ecological-economic assessment of EQ, to make it more systematic from the point of view of formation of the natural basis of sustainable development of the territory. It is connected with the detailed described interrelations of three conceptual elements - theories of sustainable development of the territory, environmental quality and ecological-economic assessment of EQ,

²⁹ Carlos A. R. Sustainability and Sustainable Development: A Review of Principles and Definitions // *Science of The Total Environment*. -2021. - No.786. - P. 147481.

³⁰ Лазарева Е.И., Бугаян С.А. Инновационные экономические технологии государственного управления качеством окружающей среды в регионе // *Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление*. – 2016. – № 75. – P.19-24.

revealed not only through methodological analysis, but also through the indication and identification of key factors.

Analytical categorization of individual elements of the concept of systemic ecological-economic assessment of the territory's EQ, the study of their internal characteristics and the study of complex links between them become possible with a reasonable classification of conceptual components (Fig.1.2). The framework for integrated ecological-economic evaluation of regional environmental quality comprises two principal components: theoretical foundations in ecological economics and the valuation of ecosystem services for sustainability objectives. The ecological-economic conceptual framework explores markets, costs, benefits, economic growth and economic policy. The ultimate goal of economic-conceptual analysis is to develop multi-level ecological-economic policies.

The objects of research in the second block are the natural environment, natural resources, ecosystems, pollution, natural capital (natural assets as sources of products/services for human well-being and economic progress ³¹ and environmentally sustainable development³². This part of the framework reflects the importance of ecosystem values and the need to integrate them into economic processes.

³¹ Лазарева Е.И. Воспроизводственная функция человеческого и природного капитала в экономике устойчиво-инновационного развития: пути инсталляции в систему стратегического менеджмента // Journal of Economic Regulation. – 2018. – No.9. – С.124-133.

³²Лазарева Е.И. Теоретико-методологические принципы формирования стратегии экологически устойчивого воспроизводства на мезоуровне // Научная мысль Кавказа. – 2003. – No.5. – С.51-59.

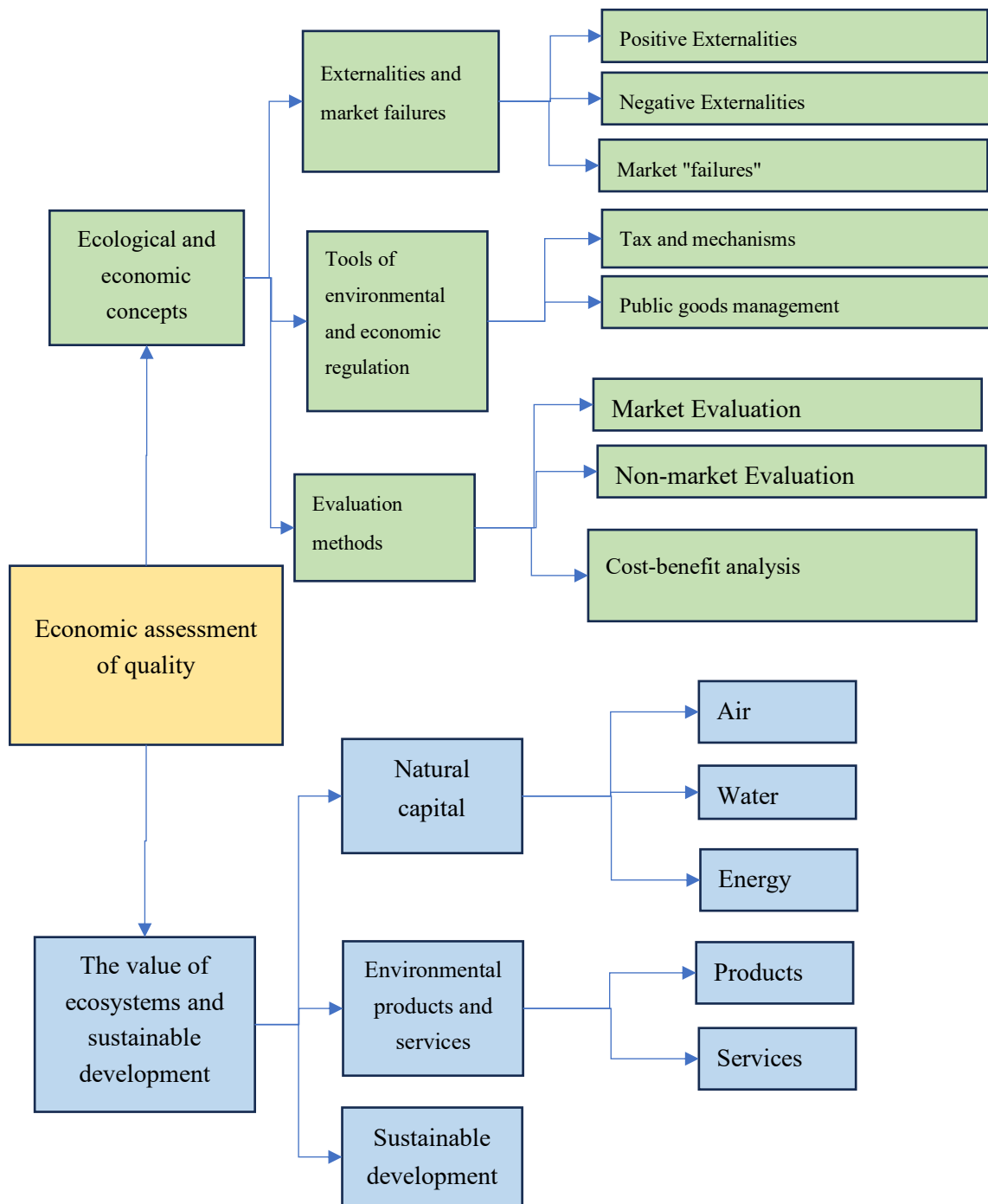


Figure 1.2 - Structural elements of the concept of systemic ecological-economic assessment of the territory's EQ³³

³³ Developed by the author

Understanding the essence of the two structural components of the system concept provides a holistic basis for analyzing and evaluating the complex interactions between ecological-economic subsystems in the formation of strategic policy of integrated sustainable economic development of the territory (Fig. 1.3).

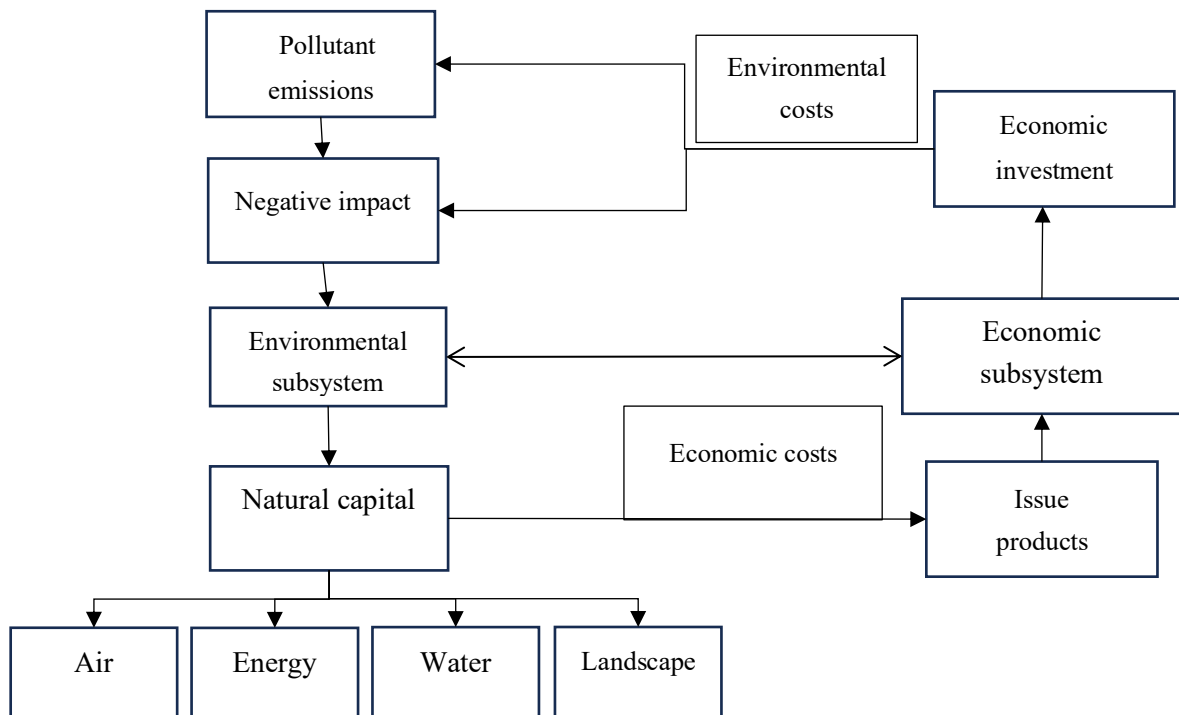


Figure 1.3 - Interrelationships between ecological-economic subsystems as an object of study in the concept of systemic ecological-economic assessment of environmental quality of the territory³⁴.

The principles of ecological economics provide a holistic understanding of environmental valuation, integrating three key dimensions: ecological integrity, socioeconomic factors, and cultural considerations. These conceptual frameworks

³⁴ Compiled by the author

elucidate the intricate relationships between environmental costs and benefits, resource distribution mechanisms, and policy formulation processes³⁵. Economic concepts offer various methods and tools for monetary valuation of environmental values, including market pricing, contingent valuation, travel cost method, preventive cost and equivalent substitution methods. These tools facilitate both quantitative and qualitative analysis of the value of environmental resources and services, thereby laying a solid foundation for policy formulation and efficient resource allocation. Economic theories further elucidate the value dimensions of environmental assets that result in market-based valuation shortcomings, necessitating the creation of alternative methodologies for assessing non-market ecological-economic attributes of regional environmental quality.

The integrated evaluation approach enables both the incorporation of EQ analysis into regional sustainability planning and the identification of critical determinants shaping territorial ecological conditions. Consequently, this facilitates evidence-based policy formulation to attain sustainability objectives. Such comprehensive assessment is achieved through rigorous qualitative and quantitative analysis of bidirectional EQ-economic system interactions, thereby enhancing the precision, targeting, and coherence of governance measures. This systematic methodology ultimately establishes a holistic framework for sustainable territorial governance.

³⁵Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики // Азимут научных исследований: Экономика и управление. – 2016. – Т. 6. – № 4. – С. 150-154.

Numerous researchers have investigated the correlation between regional natural capital conditions and EQ. Notably, scholars including Irfan and Xue have empirically established that excessive exploitation of mineral deposits and energy reserves, coupled with the degradation of critical ecosystems such as forested areas and arable land, adversely affects EQ, resulting in measurable environmental decline^{36,37}.

A case study of Southeast Asian countries found that different resource use patterns lead to different impacts on the EQ. Similarly, a team of scientists led by Muhammad found that intensification of energy resource use has a direct impact on environmental degradation. Assessing EQ can guide more efficient use of energy resources, thereby contributing to the achievement of sustainable development goals³⁸.

Economic activity has a profound impact on the EQ, with two aspects. On the one hand, it is a negative impact (e.g., the massive use of cars leads to increasing air pollution)³⁹. On the other hand, it is a positive impact (development and

³⁶ Irfan K., Hou F., Le H. P. The Impact of Natural Resources, Energy Consumption, and Population Growth on Environmental Quality: Fresh Evidence from the United States of America // *Science of The Total Environment*. – 2021. – No P.754. – . 142222.

³⁷ Xue J., Rasool Z., Nazar R., Khan A. I., Bhatti S. H., Ali S. Revisiting Natural Resources - Globalization-Environmental Quality Nexus: Fresh Insights from South Asian Countries // *Sustainability*. – 2021. – Issue 13. – No P. 8. – . 4224.

³⁸ Muhammad W. Z., Saeed A., Zaidi S. A. H., Waheed A. The Linkages among Natural Resources, Renewable Energy Consumption, and Environmental Quality: A Path towards Sustainable Development // *Sustainable Development*. - 2021. - Issue 29. - No. 2. P.353-362.

³⁹ Лазарева Е.И., Бугаян С.А. Инновационные экономические технологии государственного управления качеством окружающей среды в регионе // *Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление*. – 2016. – No. 75. – С.19-24.

promotion of new modes of transportation based on alternative energy sources (in particular, electric vehicles), contributing to the improvement of air quality)⁴⁰. The application of the method of car owners' willingness to pay for the quality of the territory's air environment makes it possible to assess the state policy to stimulate demand for electric cars and provide recommendations for its improvement⁴¹. The economic value of the quality of the water environment of the territory, which forms the basis of environmental policy, can be assessed by applying the willingness of residents to pay for rehabilitation urban inland rivers⁴².

The analysis of factor studies demonstrates that the production activities of industrial companies negatively affect the quality of the environment (which requires its environmental regulation); technological innovations and the use of new energy sources, the development of environmental infrastructure can improve the EQ^{43, 44}. A critical determinant influencing EQ is the level of innovative engagement demonstrated by regional enterprises, which is predominantly shaped

⁴⁰ Лазарева Е.И., Геворгян А.А. Инновационные природосберегающие технологии «smart transport» в системе устойчивого управления мегаполисом // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – No. 2. – С. 21-28.

⁴¹ Lazareva E. I., Dong Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners // Innovative Trends in International Business and Sustainable Management Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance P. – 2023. – . 529-541, https://doi.org/10.1007/978-981-19-4005-7_57.

⁴² Dong Y., Lazareva E. I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China // Water Economics and Policy. – 2023. – Issue 09. – No P. 03. – . 2340010.

⁴³ Sana U., I. Ozturk, Majeed M.T., Ahmad W. Do Technological Innovations Have Symmetric or Asymmetric Effects on Environmental Quality? Evidence from Pakistan // Journal of Cleaner Production. -2021. - No.316. - P. 128239.

⁴⁴ Pata U. K., Samour A. Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with the Load Capacity Factor // Progress in Nuclear Energy. - 2022. - No.149. - P. 104249.

by both their capacity for innovation and the commitment of leadership to sustainability principles⁴⁵.

The pursuit of sustainable development objectives through technological and theoretical advancements serves to enhance corporate contributions toward meaningful enhancement of regional environmental quality.

Theoretical and conceptual approaches to the ecological-economic assessment and analysis of the territory's EQ have undergone a long evolutionary path, forming various assessment algorithms and mechanisms for their incorporation into the system of ensuring sustainable development of the territory.

1.2 Evolution of theoretical-methodological approaches to the ecological-economic assessment of the environmental quality of the territory

Ecological-economic assessment of environmental quality has a rich history of development. Over time, Theoretical-methodological assessment approaches have diversified to cover more and more structural elements of the EQ, moving from simple to more complex and comprehensive methodologies. Due to the evolution, ecological-economic assessment has acquired greater accuracy, rigor and efficiency in multi-parameter theoretical-methodological analysis of the environmental quality of the territory.

⁴⁵ Dong Y., Lazareva E. I. Does Understanding the Sustainable Development Concept Affect the Leaders' Innovative Competencies? // Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It: The Role of Leading Technologies and Responsible Innovations. - 2024. - P.267-71.

Chronologically, the initial methodological approach to the ecological-economic assessment of EQ can be considered the theory of consumer surplus (19th century), which assumes the additional utility that consumers receive from the purchase of goods⁴⁶ (Fig.1.4).

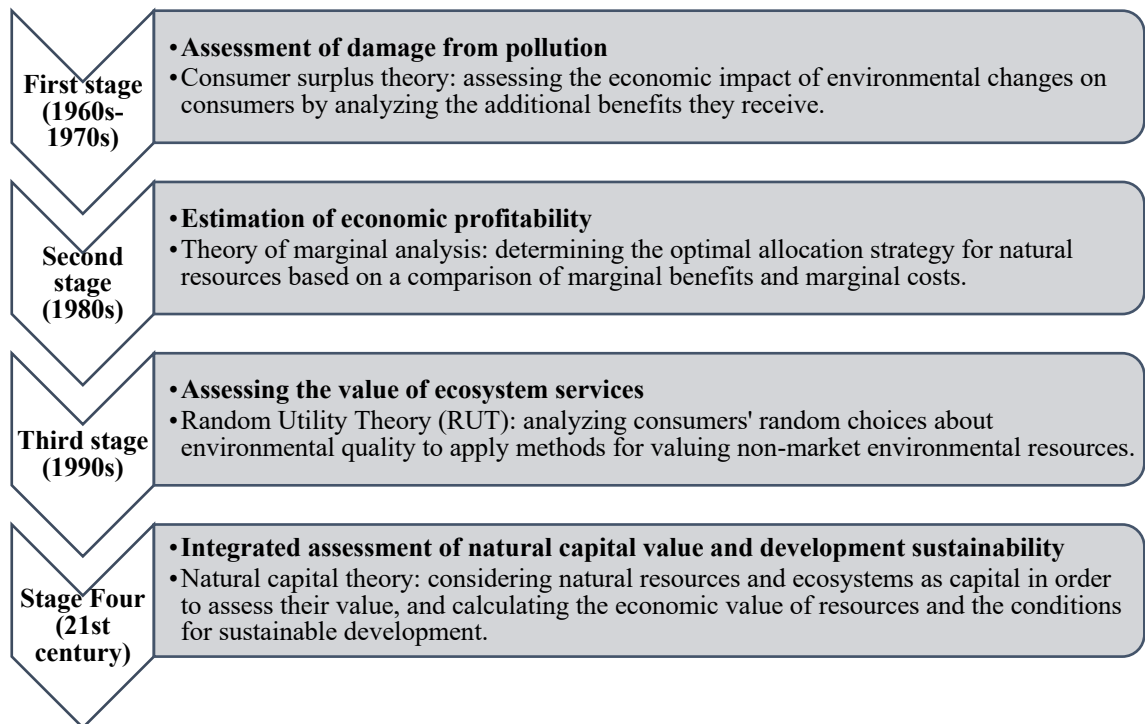


Figure 1.4 - Evolution of theoretical approaches to ecological-economic assessment of environmental quality.⁴⁷

The magnitude of consumer surplus, which serves as a measure of purchaser well-being, varies in response to price fluctuations in the marketplace. This characteristic enables its application as a metric for assessing the utility derived from specific products or services. In addition, the theory of consumer surplus believes that the scale of surplus can effectively measure the economic welfare of

⁴⁶ Lorin M. H., Brynjolfsson E. Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value // MIS Quarterly. - 1996. - P.121-142.

⁴⁷ Compiled by the author

consumers, which makes it an important tool for assessing the efficiency of the economic policy⁴⁸.

The theory of consumer surplus effectively addresses the limitations of traditional valuation methods (such as replacement cost, for example), thereby bridging the gap between valuation and the real value of consumer demand⁴⁹. As a cornerstone of ecological-economic valuation, consumer surplus theory provides an important microeconomic basis for the application of various non-market valuation methods, as well as providing greater scientific credibility to valuation results⁵⁰, contributing to the development of valuation technologies.

For example, according to the methodology of quantified compensatory changes in consumer surplus, an increase/decrease in consumer surplus (an indicator of economic value) indicates the economic gains/losses incurred by consumers due to changes in the environment and reflects their preferences for improving its quality characteristics. Which can serve as an important reference point for policy ecological-economic decisions^{51,52}.

⁴⁸ Gabriela S., Pascoe S. Ecosystem Accounting: Reconciling Consumer Surplus and Exchange Values for Free-Access Recreation // *Ecological Economics*. -2023. – No.212. - P.107905.

⁴⁹ Hayashi T. Willingness to Pay and Consumer Surplus // *Microeconomic Theory for the Social Sciences* -2021. - P.99-110.

⁵⁰ Howard A. C., Malone J.W. Preservation Attitudes and Consumer Surplus in Free-Flowing Rivers // *Social Science and Natural Resource Recreation Management* - 2019. - P.301-317.

⁵¹ Banzhaf H.S. Consumer Surplus with Apology: A Historical Perspective on Nonmarket Valuation and Recreation Demand // *Annual Review of Resource Economics*. - 2010. - Issue 2. - No. 1. - P. 183-207.

⁵² Hojjat I., Samadi S., Isfahani R. D. The Welfare Cost of Inflation in Consumer Surplus and Compensating Variation Method: Case Study of Iran // *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. - 2013. - Issue 3. - No. 8. - P. 250-258.

The concept of marginal analysis as a microeconomic foundation has had a profound impact on the field of ecological-economic assessment⁵³, laying the foundation for more recent methodological approaches⁵⁴. According to marginal theory, economic agents seek to maximize profit (income) by comparing marginal benefits and marginal costs, aiming at their equality. Based on fulfillment of the equality condition, the principle of efficient resource allocation is widely applicable in solving the problem of optimization (finding the Pareto optimum) of natural and ecological resource allocation, including the environmental quality of the territory⁵⁵.

Another fundamental conceptual and methodological basis for ecological-economic valuation is the von Neumann and Morgenstern theory of random utility (RUT) and the randomized experimental choice valuation approach based on its postulates⁵⁶. The key idea of RUT is that consumers' utility exhibits randomness in the decision-making process. When consumers are faced with a set of choices (J), their utility for each choice (j) can be expressed as:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (1.1)$$

where U_{nj} is deterministic utility, which is the sum of V_{nj} (the systematic evaluation of decision option j by consumer n) and ε_{nj} (random error

⁵³Elias M.-H., Campbell G. M., Sadhukhan J. Economic and Environmental Impact Marginal Analysis of Biorefinery Products for Policy Targets // *Journal of Cleaner Production*. - 2014. - No.74. -P.74-85.

⁵⁴ Machlup F. Marginal Analysis and Empirical Research // *The American Economic Review*. - 1946. - Issue 36. - No. 4. - P. 519-54.

⁵⁵ Stenis J. Environmental Optimization in Fractionating Industrial Wastes Using Contribution Margin Analysis as a Sustainable Development Tool // *Environment, Development and Sustainability*. -2005. - Issue 7. - No. 3. - P363-376.

⁵⁶ Cascetta E. Random Utility Theory // *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*. -2001. - P.95-173.

reflecting the consumer's subjective random perception of utility). Since the error ε_{nj} is random error, the consumer's choice is also random. The randomized experimental choice approach examines the random utility of different consumer selection options, by simulating changing scenarios. Individual utility follows a certain probability distribution, and its parameters can be determined through statistical analysis⁵⁷.

The economic valuation of EQ improvements can be determined through the RUT framework, which provides a probabilistic estimation of its ecological-economic worth. In this context, the derived willingness-to-pay values quantify the extent to which EQ variations influence the stochastic utility parameters of individual decision-making processes. Random utility theory provides a valuable theoretical perspective for valuing non-market environmental resources, improving the accuracy of modeling in terms of public perception of the utility of the EQ⁵⁸.

In the course of the evolution of methodological approaches to the ecological-economic valuation of various objects/products, the hedonic theory of pricing has become more and more intensively used, the basic premise of which is to study an object/product through individual attributes ("pleasures")⁵⁹. In fact, the price of an

⁵⁷ Haghani M., Bliemer M. C. C. J., Hensher D. A. The Landscape of Econometric Discrete Choice Modelling Research // *Journal of Choice Modelling*. -2021. - No.40. - P.100303.

⁵⁸ Nthambi M., Nonka M.-N., Wätzold F. Quantifying Loss of Benefits from Poor Governance of Climate Change Adaptation Projects: A Discrete Choice Experiment with Farmers in Kenya // *Ecological Economics*. - 2021. - No.179. - P.106831.

⁵⁹ Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // *Journal of Political Economy*. -1974. -Issue 82. - No. 1. - P.34-55.

object / product is the sum of its various hedonic attributes. In particular, the price of a product (P) can be expressed as:

$$P = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.2)$$

Where x_1, x_2, \dots, x_n are hedonic product characteristics (quality, performance, design, etc.).

In the case of ecological-economic valuation of an object/product, environmental quality is considered as one of the characteristics⁶⁰. The economic value of environmental characteristics is reflected in their premium impact on the prices of an object (e.g. residential real estate)⁶¹.

The hedonic approach has proven effective in assessing the economic value of non-market environmental resources such as air quality and landscape⁶². By extending the economic principles of environmental value formation, hedonic price theory fills the gap left by traditional valuation methods in the valuation of environmental resources, including EQ.

The next methodological approach important for the studied area is the theory of utility maximization, which is the basis of the evaluative concept of comparative cost-benefit analysis. The basic assumption of the theory of utility maximization

⁶⁰ Xiao Y. Hedonic Housing Price Theory Review // Urban Morphology and Housing Market. -2017. - P.11-40

⁶¹ Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6. – № 4 (21). – С. 150-154.

⁶² Ji L., Yuan C. Data Price Determinants Based on a Hedonic Pricing Model // Big Data Research. - 2021. - No.25. - P. 100249.

(UMT) is that all economic agents seek to maximize their utility⁶³. Under budgetary constraints, consumers will choose a combination of goods that optimizes their total utility based on personal preferences. This concept is formalized as follows.

$$\text{Max } U(q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (1.3)$$

$$\text{s. t. } p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n = M \quad (1.4)$$

Where $U(q_1, q_2, \dots, q_n)$ is the total utility function of consumers in purchasing the combination of goods (q_1, q_2, \dots, q_n) ; p_i is the price of the goods i , M is the budget constraint.

By solving an optimization problem, utility-maximizing choices can be made for consumers and producers. This provides an important tool for predicting economic behavior.

The principle of utility optimization serves as a fundamental guideline for efficient environmental resource distribution. Cost-benefit evaluation involves assessing the advantages and disadvantages of various alternatives, with the objective of identifying the choice yielding maximum societal welfare⁶⁴. In the context of ecological investments and preservation initiatives, analyzing cost-benefit ratios proves essential for selecting optimal approaches. Utility is usually expressed in monetary terms, including the utility of using and the utility of not using resources. Considerations of efficiency and fairness of resource allocation

⁶³ Aleskerov F., Bouyssou D., Monjardet B. *Utility Maximization, Choice and Preference* // Springer Berlin Heidelberg. - 2007.

⁶⁴Herrnstein R. J., Loewenstein G. F., Prelec D., Vaughan W. *Utility Maximization and Melioration: internalities in Individual Choice* // *Journal of Behavioral Decision Making*. -1993. - Issue 6. - No. 3. - P.149-85.

are critical in the process of maximizing utility. This concept provides a theoretical framework for developing sustainable development strategies⁶⁵. Environmental assessment needs to evaluate changes in social utility resulting from alternative courses of action. The concept of utility maximization advances environmental assessment to improve social welfare and provides a theoretical basis for using assessment results to support decision-making⁶⁶.

Speaking directly about further development of the methodology of ecological-economic assessment of the territory's EQ, it is necessary to emphasize several stages. The valuation methodology, which emerged in the USA in the 1960s, mainly focused on the assessment of economic losses caused by environmental pollution⁶⁷. However, in the 1970s, economists expanded their research to include a methodology for estimating the economic value of natural resources⁶⁸. During the 1960-1970 period, environmental valuation primarily employed conservation cost and replacement value approaches to quantify pollution-related damages⁶⁹. In the 1980s, the methodological framework evolved to incorporate benefit-cost evaluation of environmental investments, with increased emphasis on applying

⁶⁵ Ervin D., Wu J., Khanna M., Jones C., Wirkkala T. Motivations and Barriers to Corporate Environmental Management // *Business Strategy and the Environment*. - 2013. - Issue 22. - No. 6. P.390-409.

⁶⁶ Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management. // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016 Proceedings. - 2016. - C. 703-710.

⁶⁷ Atkinson S. E., Halvorsen R. The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities // *Journal of Public Economics*. - 1986. - Issue 29. -No. 3. - P.281-294.

⁶⁸ Hufschmidt M. M. *Environment, Natural Systems, and Development: An Economic Valuation Guide* // The Johns Hopkins University Press. - 1983. <https://www.osti.gov/biblio/6702119>.

⁶⁹ Daniel L. S., Shinkfield A. J. An Analysis of Alternative Approaches to Evaluation // *Systematic Evaluation: A Self-Instructional Guide to Theory and Practice Evaluation in Education and Human Services*. - 1985. - P. 45-68.

cost-benefit analysis techniques to assess natural resource utilization⁷⁰. In the 1990s, theory shifted to assessing the economic value of natural resources and ecosystem services, for which new integrated valuation frameworks were developed based on state identification methodology and transportation and travel costs^{71,72}. In the 21st century, there has been a continuous integration of different valuation methodologies, leading to new systems that value ecosystem services as well as implement environmental accounting⁷³. In addition, equity issues have become increasingly important and are being incorporated into these valuations^{74,75}.

Over time, the scope of the ecological-economic assessment methodology continued to expand. The transition from assessment of pollution losses to systemic assessment of the value of natural-ecological resources made the territorial ecological-economic assessment of EQ more comprehensive and systematic.

At the *first* stage (1960-1970s) the ecological-economic assessment of the territory's EQ had its own peculiarities. During this period, rapid industrialization led to serious pollution of the environment, especially air and water components.

⁷⁰ Smith V. K. Nonuse Values in Benefit Cost Analysis // Southern Economic Journal. - 1987. -Issue 54. - No. 1. - P.19-26.

⁷¹ Bateman I.J., Turner R. K. Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method // CSERGE Working Paper GEC. - 1992. - vol. 92.

⁷² Willis K. G., Garrod G. D. An Individual Travel-Cost Method of Evaluating Forest Recreation // Journal of Agricultural Economics. - 1991. - Issue 42. - No. 1. - P.33-42.

⁷³ Brown J., Fraser M. Approaches and Perspectives in Social and Environmental Accounting: An Overview of the Conceptual Landscape // Business Strategy and the Environment. - 2006. - Issue 15. -No. 2. - P.103-117.

⁷⁴ Kristin S.-F. Environmental Justice: Creating Equality, Reclaiming Democracy // Oxford University Press. - 2002.

⁷⁵ United States Environmental Protection Agency Environmental Equity Workgroup, Environmental Equity: Reducing Risk for All Communities: Report to the Administrator from the EPA Environmental Equity Workgroup, US Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation. - 1992. - vol. 2.

The primary contributors to escalating pollution levels were identified as emissions from industrial operations (particularly exhaust gases) and effluent discharges from both industrial and municipal sources, containing pollutants such as sulfur dioxide, particulate matter, and petroleum derivatives. As a result, the deterioration of EQ as a negative externality of economic development is reflected in reduced crop yields, destruction of forests, reduction of fisheries resources and pollution of water sources. Early valuation studies at this stage focused on quantifying economic losses caused by directly observable negative environmental impacts⁷⁶. For example, these are estimates of economic losses caused by forest destruction and reduced crop yields due to acid rain, and the impact of oil pollution of rivers on fisheries⁷⁷.

The research results formed the basis for economic analysis and development of standards for pollutant emissions, taxes on carbon emissions and other environmental policy instruments⁷⁸. However, studies of this period did not take into account the indirect economic consequences of pollution and did not conduct comprehensive assessments at the territorial level.

Early ecological-economic assessments relied primarily on a simple methodology for analyzing conservation costs, replacement values and product losses, measuring the economic impacts of changes in the EQ by comparing

⁷⁶ John F. H. A Survey of Environmental Dose Evaluations // Nucl. Saf. -1968. - No.95. - P.383.

⁷⁷Tuckerman A. Effect of Environmental Exposure on Adhesive-Bonded Structures // Symposium on Durability and Weathering of Structural Sandwich Constructions ASTM International. 1960.

⁷⁸ Goetz A. A New Instrument for the Evaluation of Environmental Aero colloids // Environmental Science & Technology. -1969. - Issue 3. - No. 2. - P.154-160.

actual/hypothetical changes in the costs of economic activity⁷⁹. This methodology did not allow for direct measurement of variations in the level of social welfare caused by changes in the EQ (which reduces the accuracy of the resulting estimates).

The second phase of ecological-economic valuation (1980s) demonstrated a key feature by shifting the focus from measuring pollution-related losses to assessing the benefits of environmental expenditures. It includes an assessment of the costs and benefits of public environmental policies and projects to determine net social benefits, and to inform government decisions on environmental investment, relying on an expanded interpretation of valuation to take into account a wide range of benefits from protective measures, supporting decisions to sustainable environmental management. However, the method of directly reflecting impacts on the EQ through changes in utility has not yet been fully adopted, and the valuation method is relatively simple. Ecological economics is still in its early stages of development, which limits the understanding and modeling of ecological mechanisms.

Contemporary ecological-economic valuation approaches have undergone a notable methodological transformation, increasingly incorporating cross-disciplinary perspectives and systematic comparisons between project expenditures and outcomes to accurately capture net welfare variations. One

⁷⁹ Klungboonkrong P., Taylor M. A. A Multicriteria Environmental Sensitivity Evaluation of the Urban Road Network: An Australian Case Study // WIT Transactions on The Built Environment. 1970. - No.26.

methodological approach is to estimate the variation in attainable utility due to changes in the environment by calculating the transportation and travel costs associated with accessing a natural site. Similarly, the personal risk avoidance cost approach⁸⁰ focuses primarily on the response of an individual's utility function to changes in the environment. Evaluation at this stage is a valuable tool for integrating environmental policy and economic development⁸¹. For example, the methodology of contingent valuation of the economic value of environmental quality is based on identifying people's willingness to pay for different levels of EQ⁸².

In the second stage, ecological-economic assessment becomes integrated and multi-instrumental, which increases the reliability of results and removes the limitations of individual assessment methodologies. The transition to a systematic, comprehensive framework paves the way for the development of standardized ecological-economic assessment systems.

In the *third* phase of ecological-economic valuation of EQ (1990s), the focus shifted to determining the economic value of ecosystem services, internalizing the positive contribution of the endogenous environment. The main purpose of valuation is to inform decisions on resource allocation and costs, and to provide an

⁸⁰ Goodland R., Ledec G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development // Ecological Modelling. -1987. -Issue 38. -no. 1-2. -P.19-46.

⁸¹ William H. R. Benefits, Costs, and Risks: Oversight of Health and Environmental Decision-Making // Harvard Environmental Law Review. -1980. -Issue 4. - P.191.

⁸² Louviere J. J. Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity // Journal of Transport Economics and Policy. -1988. -P.93-119.

economic basis for setting resource prices and environmental compensation mechanisms. The results of valuation have applications in setting fees for the use of natural resources and establishing systems of ecological compensation. For example, entrance fees to national parks are determined based on the value of ecosystem services, and wetland compensation policies are developed based on the value of wetland ecological services⁸³.

The third stage is characterized by taking into account in the valuation methodology the peculiarities of valuation of non-market environmental resources / benefits. The contingent valuation approach, for example, is used to identify the economic value of resources by analyzing different scenarios for increasing the EQ and asking the public about their willingness to pay for the implementation of one or another scenario. Measuring economic value accounts for changes in individual welfare/utility caused by variations in the EQ⁸⁴. Differences in willingness-to-pay may affect the comparability of the resulting estimates and require that they be recalculated using marginal rates of substitution. Nevertheless, the contingent valuation method has the advantage of directly measuring non-market value, thereby expanding the scope of valuation.

At the *fourth* stage (in the XXI century), significant progress has been made in the ecological-economic assessment of the territory's EQ. The assessment

⁸³ Niskanen A., Saastamoinen O. Tree Plantations in the Philippines and Thailand: Economic, Social and Environmental Evaluation // UNU/WIDER Working Paper. -1996. -No. 30. -P. 1-51.

⁸⁴ Willis K.G., Garrod G. D. Valuing Landscape: A Contingent Valuation Approach // Journal of Environmental Management Issue. -1993. -no. 1. -P.1-22.

methodology is becoming more systematic, using a comprehensive set of parameters and interrelated approaches, which increases the reliability of results, completeness and accuracy of the assessment process. The methodology of ecological-economic assessment has expanded to higher levels of ecosystems and natural capital stocks. The focus has shifted to assessing the integrated economic value of natural capital stocks, from local resources to regional ecosystems. It considers the total economic benefits of ecosystem provisioning, regulation and cultural services⁸⁵. An integrated assessment is conducted to examine the impact of economies on the EQ, taking into account economies of scale, system complementarities and other factors.

The considered Theoretical-methodological approaches to the ecological-economic assessment of EQ are implemented using various tools, the range of which is constantly expanding.

1.3 Methods and tools for realization of the modern approach to ecological-economic assessment of the territory's environmental quality

When conducting ecological-economic evaluations of regional environmental quality, establishing precise assessment purposes, delineating appropriate boundaries, and defining core goals constitute fundamental requirements for maintaining both the applicability and reliability of analytical

⁸⁵ Habert G., Lacaille JB D'E. D., Roussel N. An Environmental Evaluation of Geopolymer Based Concrete Production: Reviewing Current Research Trends // Journal of Cleaner Production. -2011. -Issue 19. -no. 11. - P.1229-1238.

outcomes. The choice of an assessment tool is determined by the objective and the available data. Alternative scenarios of the ecological-economic assessment of EQ are the basis for comparing policies, projects and/or programs and selecting the best scenario in order to implant in the decision-making system necessary to increase the level of sustainability of territorial dynamics.

Theoretical-methodological approaches may have different coverage in terms of the structural elements of environmental quality, which need to be taken into account when selecting ecological-economic assessment tools. Comparative analysis also plays an important role in the ongoing development of tools, by identifying strengths and weaknesses, areas for improvement can be identified, limitations can be addressed and more robust frameworks can be developed.

Figure 1.5 shows the development of ecological-economic assessment methods for EQ from technological integration and standardization of assessment tools to the separation of market and non-market assessment methods and intellectual support for integrated ecological-economic decision-making. Advanced technological tools greatly enhance the ability to produce large-scale, high-precision valuations. An integrated ecological-economic model combining economic and biophysical blocks to simulate interactions within ecological-economic systems using a GIS platform has proven relevant to solve the problem of spatial heterogeneity. Satellite remote sensing technology is used to process large-scale data (land use, land cover) with high resolution. The integration of big data mining and machine learning algorithms allows predicting the "behavior" of

the environment, significantly improving the predictive power of the model and the accuracy of parameter measurements. These sophisticated methods greatly facilitate the procedure of ecological-economic assessment of EQ at the territorial and global levels.

One of the most common in assessment practice is the European Environment Agency (EEA) toolkit aimed at analyzing environmental preferences and environmentally conditioned behavior of people.

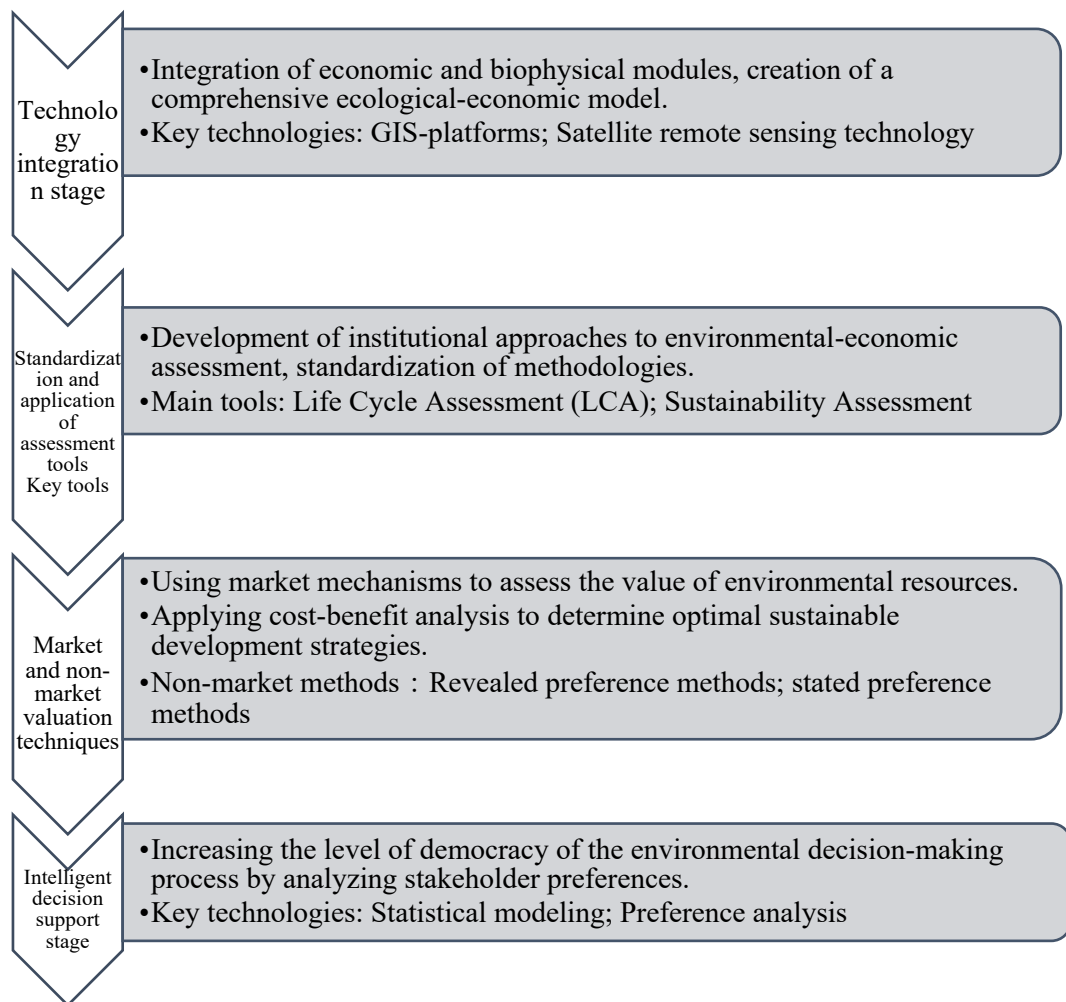


Figure 1.5 - Staging of methods of ecological-economic assessment of environmental quality⁸⁶

⁸⁶ Compiled by the author

Ecological-economic assessments focus on specific elements of an area's environment - such as forest communities, wetland parks, river sections or new energy applications. Through targeted surveys / questionnaires, the assessment focuses on the attitudes, perceptions and willingness to pay of local residents and stakeholder groups. A more in-depth assessment involves constructing a model of the behavior of people / stakeholder groups in order to analyze its dependence on the quality of the natural environment. Behavioral data (e.g. individual costs of travel to a natural site), are used to estimate demand and measure economic value. As the ecological-economic assessment focuses on specific objectives and recommendations, targeted policy recommendations at the micro-level can be provided based on the assessment results. The EEA method as a decision-making tool allows the costs and benefits associated with different alternatives to be assessed and an informed choice of alternative to be made, effectively balancing competing interests.

Life Cycle Assessment (LCA), a systematic approach to assessing the environmental impact of a product/process throughout its life cycle, requires a comprehensive, holistic consideration of the stages from raw material extraction to end-of-life processing. LCA assesses impacts across a variety of categories, including resource use, energy consumption, emissions, waste generation, and more. By assessing environmental performance throughout the life cycle, the

LCA provides a complete picture of sustainability⁸⁷. This approach works across products, services, technologies and industries⁸⁸. Overall, LCA provides a multifaceted analysis of each stage and the overall environmental impact. Because LCA focuses primarily on environmental impacts, it may overlook important social and/or economic factors. Attempts to incorporate some of the components of LCA into other assessment approaches have not been successful. Moreover, the LCA toolkit does not prescribe solutions, and interpreting and applying its results involves weighing multiple aspects, including environmental, social, economic and technological factors⁸⁹.

Sustainability assessment is a tool used to analyze the economic, environmental and social impacts of a project, policy, organization or system. A holistic approach is required to identify synergies and trade-offs between the three dimensions of sustainability. The method can be applied to different areas and levels of decision-making, from policy formulation to product development. Sustainability assessment involves subjective judgments and values, the use of which can potentially lead to biases. Integrated assessments are complex and require consideration of interrelated economic, environmental and social factors at

⁸⁷ Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future // *Environmental Science & Technology*. - 2011. - Issue 45. - No. 1. - P.90-96.

⁸⁸ Hellweg S., Canals L. M. Emerging Approaches, Challenges and Opportunities in Life Cycle Assessment // *Science*. -2014. - Issue 344. - No. 6188. - P.1109-1113.

⁸⁹ Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future // *Environmental Science & Technology*. - 2011. - Issue 45. - No. 1. - P.90-96.

all levels⁹⁰. Data collection and analysis procedures can be complex, leading to uncertainty. Assessment often involves balancing competing objectives without clear solutions. There are no universal standards, leading to inconsistent approaches⁹¹. Assessments prioritize ecological-economic aspects over socio-cultural aspects, leading to neglect of community well-being. In general, subjectivity, limited data, trade-offs and lack of standardization creates challenges in sustainability assessment.

Methods of ecological-economic assessment of the territory's EQ can be divided into market and non-market ones.

Market-based valuation methods use market mechanisms to determine the economic value of environmental goods and services. These mechanisms allocate resources efficiently, incentivizing their conservation and sustainable use⁹². By valuing environmental resources, market-based instruments identify optimal strategies/projects through a comparison of costs and benefits. Setting environmentally sound prices can also incentivize conservation by internalizing environmental costs⁹³. Market-based valuation provides a flexible and adaptable

⁹⁰ Boud D., Soler R. Sustainable Assessment Revisited // Assessment & Evaluation in Higher Education. -2016. -Issue 41. -no. 3. - P.400-413.

⁹¹ Sharifi A., Murayama A. A Critical Review of Seven Selected Neighborhood Sustainability Assessment Tools // Environmental Impact Assessment Review. -2013. -No.38. -P. 73–87. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.06.006>.

⁹² Kroeger T., Casey F. An Assessment of Market-Based Approaches to Providing Ecosystem Services on Agricultural Lands // Ecological Economics. - 2007. - Issue 64. - No. 2. - P.321-.332.

⁹³ Adhikari B. Market-Based Approaches to Environmental Management: A Review of Lessons from Payment for Environmental Services in Asia // ADBI Working Paper. - 2009. <https://www.econstor.eu/handle/10419/53593>.

approach to incorporating the value of nature into decision-making in different contexts.

Market valuation has its limitations. First, it may not reflect the full economic value because some goods, such as biodiversity, do not have markets and prices. Their value may be overlooked or underestimated. Second, market "failures" (not accounting for externalities) can distort the pricing process, leading to inaccurate valuations. Most importantly, describing complex ecological, social and cultural systems in economic categories leads to oversimplification of non-market values. Failure to account for interrelationships and nuances can lead to incomplete or biased results⁹⁴. Market-based approaches rely solely on economic indicators and may overlook key aspects of ecological value. A multifaceted approach is needed to fully account for the complex values of nature.

Non-market valuation techniques are used to determine the economic value of resources, services or benefits that cannot be valued through market transactions. These methods focus on the value of non-market resources that cannot be accurately captured by market mechanisms, such as the ecosystem services of environmental resources and the non-market value of cultural heritage. Among non-market valuation methods, there are many specific⁹⁵. Non-market valuation

⁹⁴Neuteleers S., Engelen B. Talking Money: How Market-Based Valuation Can Undermine Environmental Protection // *Ecological Economics*. - 2015. - No.117. - P.253-260.

⁹⁵ Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // *SGEM 2018 Conference proceedings*. - 2018. - P. 693-700.

methods can be divided into two categories: revealed preference methods (RPMs) and stated preference methods (SPMs). Revealed preference methods, such as the fare method, infer preferences by observing actual behavior, whereas stated preference methods identify preferences directly through questionnaires on specially designed questionnaires.

In RPM, conclusions about people's preferences/values are drawn based on their actual behavioral choices in the market. By examining rational decisions that maximize the utility of choices, SPM reveals actual preferences, similar to consumer choice theory. Tools such as the travel-cost method, which studies people's recreational choice behavior, quantify willingness to pay for non-market goods through secondary data analysis using stochastic utility models. Careful examination of the assumptions underlying the choice model is key to ensuring interpretability and consistency of results. The use of real data combined with choice theory provides a quantitative estimate of preferences⁹⁶.

Identified preferences objectively determine the value of the EQ by analyzing actual market decisions and prices, reflecting real preferences, trade-offs, and constraints, thus avoiding distortions of hypothetical scenarios. By compiling individual valuation preferences through observed willingness-to-pay at prevailing market rates, we can approximate total market demand and equilibrium pricing levels⁹⁷. While revealed preference analysis yields significant

⁹⁶ Richter M. K. Revealed Preference Theory // *Econometrica*. - 1966. - Issue 34, - No. 3. - P.635-645.

⁹⁷ Varian H. R. Revealed Preference and Its Applications // *The Economic Journal*. - 2012. - Issue122. - No. 560. - P.332-338.

insights into environmental service consumption patterns, its capacity to uncover the fundamental drivers behind consumer decisions remains constrained⁹⁸. By relying solely on observed behavior, it cannot fully capture the complexity of preferences, values, or decision-making processes. The expanding range of areas and applications of revealed preference methods offers hope for future research⁹⁹. The method's versatility and adaptability make it a valuable tool for comprehensive assessment of the people's preferences and behaviors¹⁰⁰.

Stated preference methods directly elicit individual preferences for non-market goods/services through specially designed survey algorithms. This is accomplished by developing hypothetical survey scenarios in which respondents express their maximum willingness to pay (WTP) for a good/service. The SPM algorithm involves directly surveying individual preferences and analyzing them using utility models to quantify willingness to pay for hypothetical non-market scenarios. Stated preference methods allow direct measurement of non-market values. However, the survey procedure needs to be carefully designed to ensure that measured preferences are consistent with theoretical-methodological approaches to ecological-economic valuation¹⁰¹.

⁹⁸ Crawford I., Rock B.D. Empirical Revealed Preference // Annual Review of Economics. - 2014. - Issue 6. - No. 1. - P.503-524.

⁹⁹ Echenique F. New Developments in Revealed Preference Theory: Decisions Under Risk, Uncertainty, and Intertemporal Choice // Annual Review of Economics. - 2020. - Issue 12. - No. 1. - P.299-316.

¹⁰⁰ Bateman I. J. Kling C. L. Revealed Preference Methods for Nonmarket Valuation: An Introduction to Best Practices // Review of Environmental Economics and Policy. -2020. – Issue 14. - No. 2. - P.240-259.

¹⁰¹ Brown T.C. Introduction to Stated Preference Methods // A Primer on Nonmarket Valuation the Economics of Non-Market Goods and Resources. -2003. - P.99-110.

Rigorous survey design and statistical inference are required to ensure the interpretability of the scientific results.

A carefully prepared survey procedure ensures that information about a person's stated choices is obtained, even for goods/services that are not readily available/observable in the marketplace. Scenarios and attributes can be customized to reveal a wide range of preferences, including non-market values, environmental concerns and intangible benefits. Stated preference methods thus serve as a tool to prove an individual's willingness to pay for certain attributes / improvements¹⁰². By varying the levels of different attributes / scenarios, it is possible to determine their relative importance and estimate the monetary value of a particular attribute to an individual. RPM enables policymakers to simulate hypothetical scenarios involving novel environmental regulations or innovative eco-product development. This approach facilitates the evaluation of probable consumer responses and preferences in situations that, while theoretically plausible, cannot be directly observed in current market conditions. However, SPM is characterized by hypothesis bias, which may result in overestimation/underestimation of stated preferences (for reasons of influence of social expectations, personal motives or lack of knowledge on respondents' reactions)¹⁰³. In addition, the inevitable simplification of the scenarios chosen by respondents

¹⁰² Boxall P. C., Adamowicz W. L., Swait J., Williams M., Louviere J. A Comparison of Stated Preference Methods for Environmental Valuation // *Ecological Economics*. - 1996. - Issue 18. - No. 3. - P.243-253.

¹⁰³ Loomis J. What's to Know About Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation Studies? // *Journal of Economic Surveys*. - 2011. - Issue 25. - No. 2. - P.363-370.

may lead to an incomplete reflection of reality and affect the validity and accuracy of the results. The representativeness of the sample of respondents also affects the reliability of the results obtained.

RPMs and SPMs in the current situation are quite widely used in four areas of ecological-economic assessment of EQ.

The first area is the identification and statistical modeling of environmentally conditioned preferences of individuals (with respect to different characteristics of the EQ - air quality and/or noise pollution levels) based on a given dataset, and prediction of preferences depending on scenario indicators of the EQ¹⁰⁴.

The second is the identification of individuals' environmental preferences based on scenario surveys and subsequent statistical analysis of the results to identify the "collective" preference structure and test research hypotheses. The analysis algorithm also includes an investigation of the influence of various demographic variables on environmental preferences to assess individual differences in preferences¹⁰⁵.

Within the third research field, stochastic choice modeling methods are used to assess the environmental preferences of individuals, according to which the utility of choosing a particular EQ scenario is determined. Experiments with the

¹⁰⁴ Venkatachalam L. The Contingent Valuation Method: A Review // Environmental Impact Assessment Review. - 2004. - Issue 24. - No. 1. - P.89-124.

¹⁰⁵ Rose J.M., Bliemer M.C.J. Stated Preference Experimental Design Strategies // Handbook of Transport Modelling. - 2007. - vol. 1. - P.151-180.

model are conducted to improve the accuracy of the results of preference analysis and prediction¹⁰⁶.

Ecological-economic research in the fourth area is focused on the creation of a decision support system (DSS) for the management of EQ based on assessments of environmental preferences of stakeholders. In the course of system development, the consistency of preferences is tested, their sensitivity to environmental decision-making scenarios is analyzed, and DSS options are filtered to reflect environmental preferences. DSS contributes to increasing the level of democracy in the environmental decision-making process by justifying the preferences of stakeholders¹⁰⁷.

The analysis of the use of SPM for ecological-economic assessment of EQ allows us to conclude that there are both certain advantages and disadvantages, indicating the need to improve it in order to increase the accuracy and reliability of quantitative results, which will make the decision-making process more effective and reliable.

¹⁰⁶ Bennett J., Blamey R. The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation // New Horizons in Environmental Economics series. - 2001.

¹⁰⁷ Naime J., Mora F., Sánchez-Martínez M., Arreola F., Balvanera P. Economic Valuation of Ecosystem Services from Secondary Tropical Forests: Trade-Offs and Implications for Policy Making // Forest Ecology and Management. - 2020. - No.473. - P.118294.

2 DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL MODEL OF SYSTEM ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY OF CHINESE TERRITORIES

2.1 Environmental quality of PRC territories as an indicator of imperfection of its ecological-economic assessment in the system of ensuring sustainable spatial development

Chinese territories face serious challenges in maintaining a healthy environment due to unstable industrial and transportation dynamics: extremely high and ever-increasing levels of air pollution (often resulting in hazy skies), deteriorating water sources and soil quality, and declining biodiversity.

Among the most pressing challenges is enhancing atmospheric conditions through prompt interventions to mitigate escalating pollution levels—particularly prevalent in northern regions, stemming from industrial emissions and transportation byproducts. The Chinese economy is characterized by a significant share of coal (about 60%) in the energy mix (twice the global average), and by the fact that it accounts for more than a quarter of the world's greenhouse gas emissions¹⁰⁸. The average concentration of PM2.5 in the atmosphere is constantly increasing (Fig. 2.1), exceeding in 2023 by 6.5 times the WHO recommended annual average air quality value¹⁰⁹.

¹⁰⁸ World Bank China Country Climate and Development Report // World Bank Group. -2022.

¹⁰⁹ 5 Pressing Environmental Issues China Is Dealing with in 2024. -2024. <https://earth.org/>.

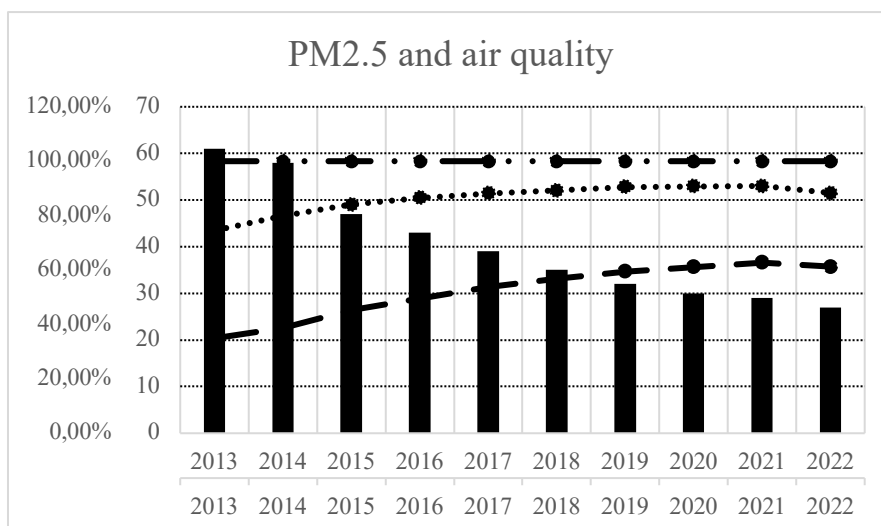


Figure 2.1. Air pollution index PM2.5 in China, 2013-2022.¹¹⁰

Despite some positive developments, improving surface water quality, combating soil erosion and desertification remain one of the pressing problems of Chinese territories (Fig. 2.2, 2.3)¹¹¹. The high level of pollution of rivers and lakes has a negative impact on ecosystems and human health, making drinking water unsafe. Due to overexploitation, groundwater quality is also intensively deteriorating¹¹². Trends in air and surface water quality in China show a continuous increase in significant regional disparities due to growing urbanization, industrial

¹¹⁰ China Environmental Monitoring Terminal Air Quality Report (<https://www.cnemc.cn/jcgbg/kqzlkzkg/>)

¹¹¹ Shapiro J. *China's Environmental Challenges // Green Planet Blues*. 6th ed. Routledge. 2019.

¹¹² Tang W., Pei Y., Zheng H., Zhao Y., Shu L., Zhang H. *Twenty Years of China's Water Pollution Control: Experiences and Challenges // Chemosphere*. - 2022. - No. 295. - P.133875.

activity, high levels of energy consumption and inadequate ecological-economic policies.

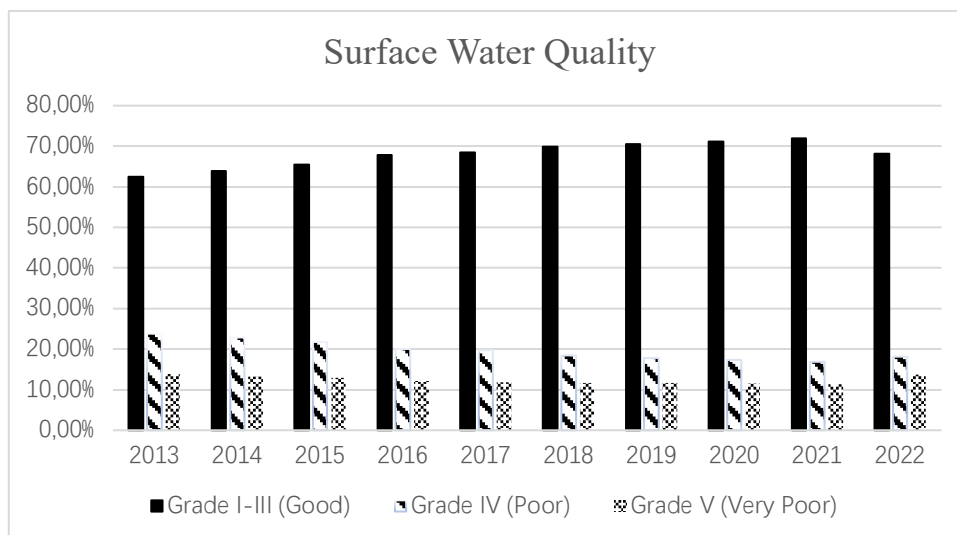


Figure 2.2. Surface water quality in China, 2013-2022.¹¹³

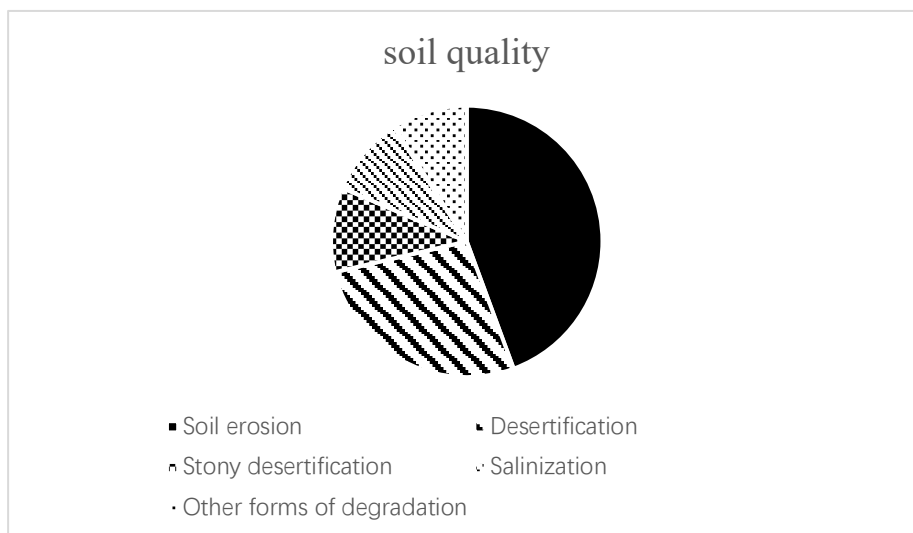


Figure 2.3. Soil quality in China in 2023.¹¹⁴

¹¹³ Data from the China Environmental Monitoring Terminal Surface Water Quality Report (<https://www.cnemc.cn/jcbg/qgdbsszyb/>)

¹¹⁴ Data from the annual report on environmental statistics in China (<https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/sthjtnb/>)

Hebei and Shanxi provinces, with PM_{2.5} levels exceeding 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, remain among the most polluted provinces in China due to coal combustion and industrial emissions, especially in cities such as Shijiazhuang and Taiyuan. In contrast, Guangdong and Fujian, with 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, benefit from coastal climate and diversified energy structures, while Yunnan and Guizhou, with 15-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, owe their cleaner air to low industrialization and forest cover. A north-south gradient in PM_{2.5} concentrations is evident, reflecting the interaction of industrial activity, regulatory policies and geography (Figure 2.4).

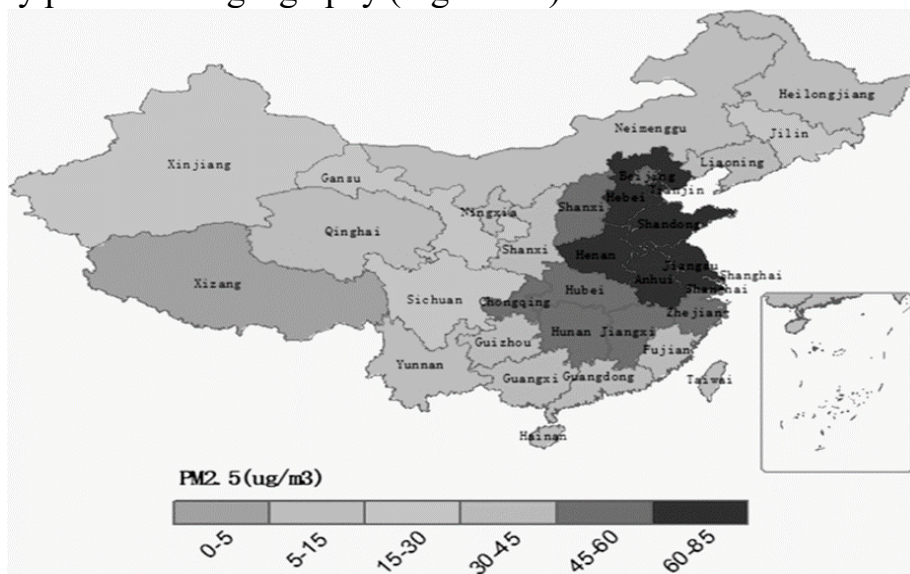


Figure 2.4: Air quality in China's provinces (PM_{2.5} index)¹¹⁵

Similar trends of increasing regional contrasts characterize water quality. The southern and western provinces maintain high compliance rates through effective policies, while the northern provinces experience persistent pollution from industrial and agricultural sources, with Henan and Shandong showing mixed

¹¹⁵ Data from the China Statistical Yearbook 2020.

results. These trends highlight the importance of adapted pollution control strategies to address localized environmental problems (Figure 2.5).

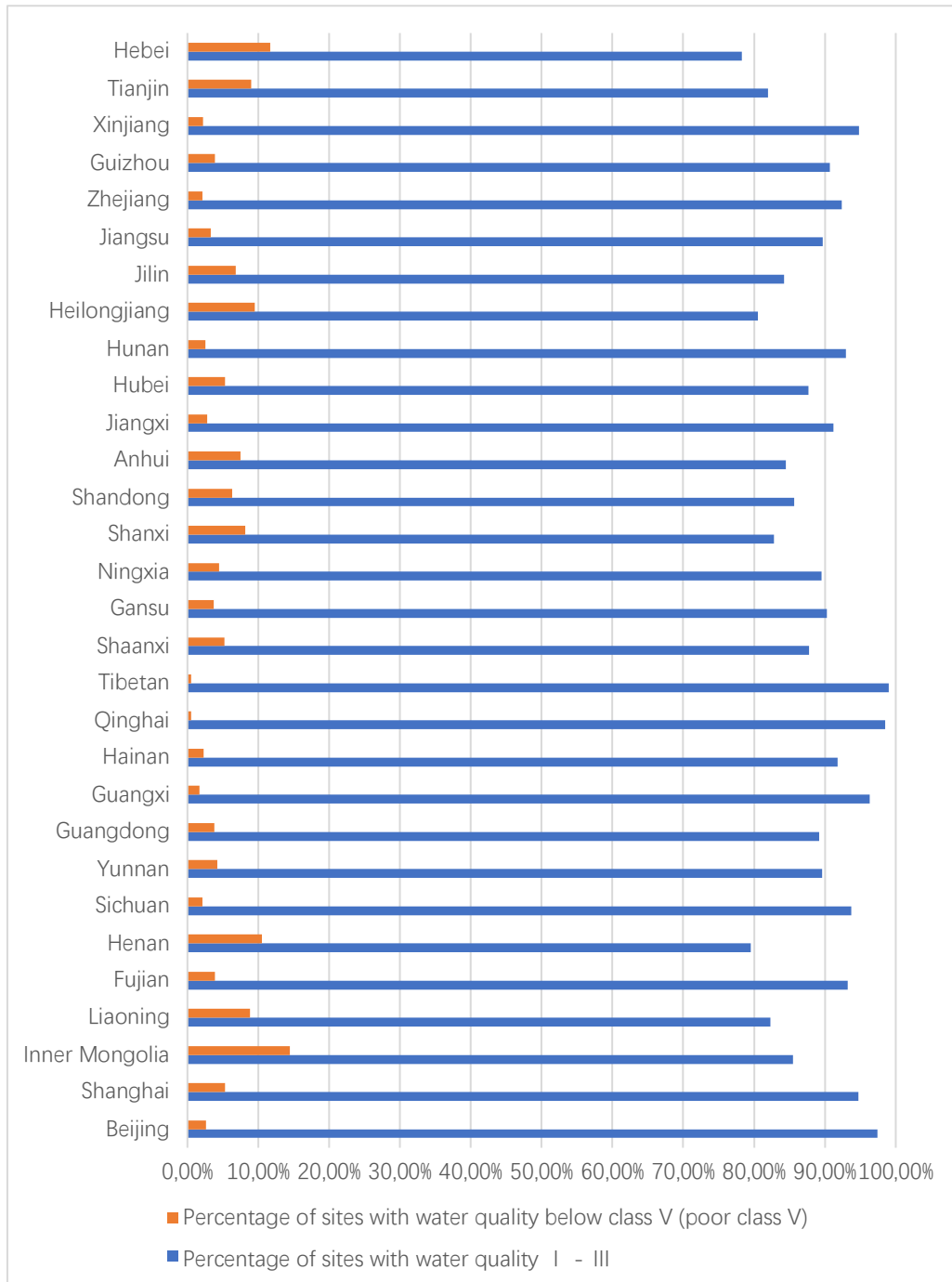


Figure 2.5. Water quality classes in China by province¹¹⁶

¹¹⁶ Data from the China Statistical Yearbook 2020.

In addition to regional differences, intra-regional variations further complicate environmental quality management. In Hebei, for example, Shijiazhuang faces significantly worse air quality than Qinhuangdao due to higher industrial density, while in Guangdong, Shenzhen maintains better water quality than Guangzhou, reflecting differences in local regulatory effectiveness. These localized differences highlight the need for city-specific policy interventions in addition to broader regional strategies.

The degradation of ecosystems has prompted a growing body of research advancing diverse theoretical propositions and methodological innovations aimed at addressing atmospheric and aquatic remediation challenges across China's regions (see Figures 2.6 and 2.7).



Figure 2.6. Visualization (word cloud) of the thematic content of air quality research on Chinese territories¹¹⁷

The metadata keywords presented in Figure 2.6 indicate the objects of topical research. These are causes and effects, trends air pollution in China, territorial

¹¹⁷ Compiled by the author using the Web of Science metadata database.

differences in air quality, the impact of air pollution on human health and the environment, and environmental policies aimed at improving the situation. Thus, a significant place in the research is occupied by analyzing the causes and factors (climatic conditions, level of economic development) of territorial differences in air quality. The results are proof of the facts that economically developed territories of China, primarily coastal cities, have great opportunities for controlling and regulating pollutant emissions, attracting investments for the introduction of environmentally friendly technologies and reducing pollution.

The comparatively inferior air quality observed in China's central and western provinces relative to more developed regions stems from several interrelated factors: an industrial sector characterized by underdeveloped technological capacity with a predominant reliance on heavy industry, coupled with limited fiscal resources available for implementing effective air pollution mitigation measures. Urban agglomerations and large cities in China are particularly affected by high levels of air pollution¹¹⁸. Densely populated areas, traffic congestion and high energy consumption are the main causes of poor air quality in these areas.

In recent years, China has made some progress in mitigating air quality problems through government policies, regulations, and public initiatives. To address the PM_{2.5} pollution problem, the Chinese government has taken a number of measures: it has introduced strict emission standards for air pollutants, and

¹¹⁸ Xie H., Tan X., Yang C., Li C. Does Urban Forest Control Smog Pollution? Evidence from National Forest City Project in China // Sustainability. -2022. -No.19. -P.12897.

tightened emission controls in industry, energy, transportation, and other sectors of the economy. The government is actively promoting the development of clean energy. The solution to these problems is linked to growing investment in environmental protection technologies and industries¹¹⁹. Through the establishment of a national air quality monitoring network, real-time data and early warning information are published in a timely manner to raise public awareness and involvement in improving air quality¹²⁰. Despite this, serious air quality challenges remain, exposing gaps in achieving the 2030 Sustainable Development Goals. There is a need to promote clean combustion, energy-saving technologies in industry and automobile manufacturing, and to develop cleaner production.



Figure 2.7. Visualization (word cloud) of thematic content of water quality studies of Chinese territories¹²¹

¹¹⁹ Liu Z., Xue W., Ni X., Qi Z., Zhang Q., Wang J. Fund Gap to High Air Quality in China: A Cost Evaluation for PM2.5 Abatement Based on the Air Pollution Prevention and Control Action Plan // Journal of Cleaner Production. - 2021. -No.319. -P. 128715.

¹²⁰ Ishaq D. S., Zhang Y., Hu J., Hopke P. K., Zhang Y., Zhao B., Xing J., Li L. Evaluation of Regional Transport of PM2.5 during Severe Atmospheric Pollution Episodes in the Western Yangtze River Delta, China // Journal of Environmental Management. -2021. -No.293. -P. 112827.

¹²¹ Compiled by the author using the Web of Science metadata database.

The metadata keywords characterizing the thematic content of water environmental quality studies of Chinese territories shown in Figure 2.7 indicate that water source quality studies are not less intensive than atmospheric quality studies.

The reasons for this situation are the large volume of untreated industrial wastewater, which causes serious damage to water bodies and directly affects people's health¹²², intensive agricultural activities, and irrigation of agricultural lands. With the acceleration of urbanization processes, the volume of urban wastewater discharges has sharply increased not only into surface but also underground water sources.

To solve the problem of urban water pollution, the Chinese government has taken a number of measures: formulated strict standards and rules for the discharge of polluting water, as well as a number of incentive measures for the development of environmentally friendly production, constantly increases investment in the construction of treatment facilities¹²³, implements public-private projects for river and lake management, their ecological restoration, and the development of water-saving irrigation technologies and urban rainwater management systems (Figure

¹²² Xue J., Wang Q., Zhang M. A Review of Non-Point Source Water Pollution Modeling for the Urban-Rural Transitional Areas of China: Research Status and Prospect // *Science of The Total Environment*. –2022. – No P.826. –.154146.

¹²³ Wang Q., Yang Z. Industrial Water Pollution, Water Environment Treatment, and Health Risks in China // *Environmental Pollution*. -2016. -No.218. -P.358-365

conditions while substantially advancing regional sustainability objectives¹²⁷. Various regulatory measures, such as controlling industrial emissions, promoting clean energy vehicles and restricting the use of highly polluting fuels, are examples of government decisions that support progressive development¹²⁸.

Regulatory decisions on urban green spaces should also include all kinds of decisions on greening of urban areas, in the adoption of which it is important to use relevant tools of ecological-economic assessment, in particular, the method of hedonic pricing. Application of the spatial-econometric model of hedonic pricing allows for a statistically significant assessment of the ecological-economic value of urban green spaces and justify measures to develop sustainable development policies in urbanized areas¹²⁹.

Poor EQ of Chinese territories testifies to the ineffectiveness of modern environmental policy based on inadequate conceptual and methodological assessment tools, unable to comprehensively reflect the multilevel and multidimensional characteristics of EQ. The shortcomings of the assessment toolkit are manifested not only in the incomplete reflection of the whole variety of components of the complex dynamics of the parametric characteristics of the EQ and their interrelations, resulting in the underestimation of some significant

¹²⁷ Lazareva, E.I., Dong, Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners. // *Innovative Trends in International Business and Sustainable Management. Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance.* -2023. - P. 529-541

¹²⁸ Liu J. China's Road to Sustainability // *Science.* -2010. -No.328. -P. 50-50.

¹²⁹ Lazareva, E., Dong, Y. Measuring the Value of Urban Green Space Using Hedonic Pricing Method. // *Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society.* -2021. -vol. 116. -P. 737-747.

elements. But also in the methodological incompleteness of assessment procedures, which means that the analytical methods used in the assessment are not sufficiently adapted to the complex structure of the territories' EQ and cannot adequately reflect the inherent non-linear and threshold effects, spatial and temporal dynamic changes. In addition, current tools are generally unable to take into account the long-term adaptive capacity of ecosystems, thereby underestimating potential improvements in the EQ.

The disadvantages of assessment tools, which manifest themselves in the inability to comprehensively measure the multidimensional characteristics of EQ, are complemented by their narrowness (one-dimensionality) in terms of accounting for ecological-economic mutual influences. Consequently, there emerges a necessity to enhance both theoretical frameworks and methodological tools to achieve more comprehensive and precise representations of: (1) the fundamental components comprising EQ, and (2) the complex bidirectional interactions between ecological and economic systems. The full-fledged result of innovation-oriented improvement of the assessment methodology should be a flexible conceptual model of the systemic assessment of the territories' EQ, which overcomes the above-mentioned shortcomings. The model should be based on the systematization of the concepts of ecological-economic assessment of EQ, taking into account the principles of sustainable development and unique features of Chinese territories (Fig. 2.9).

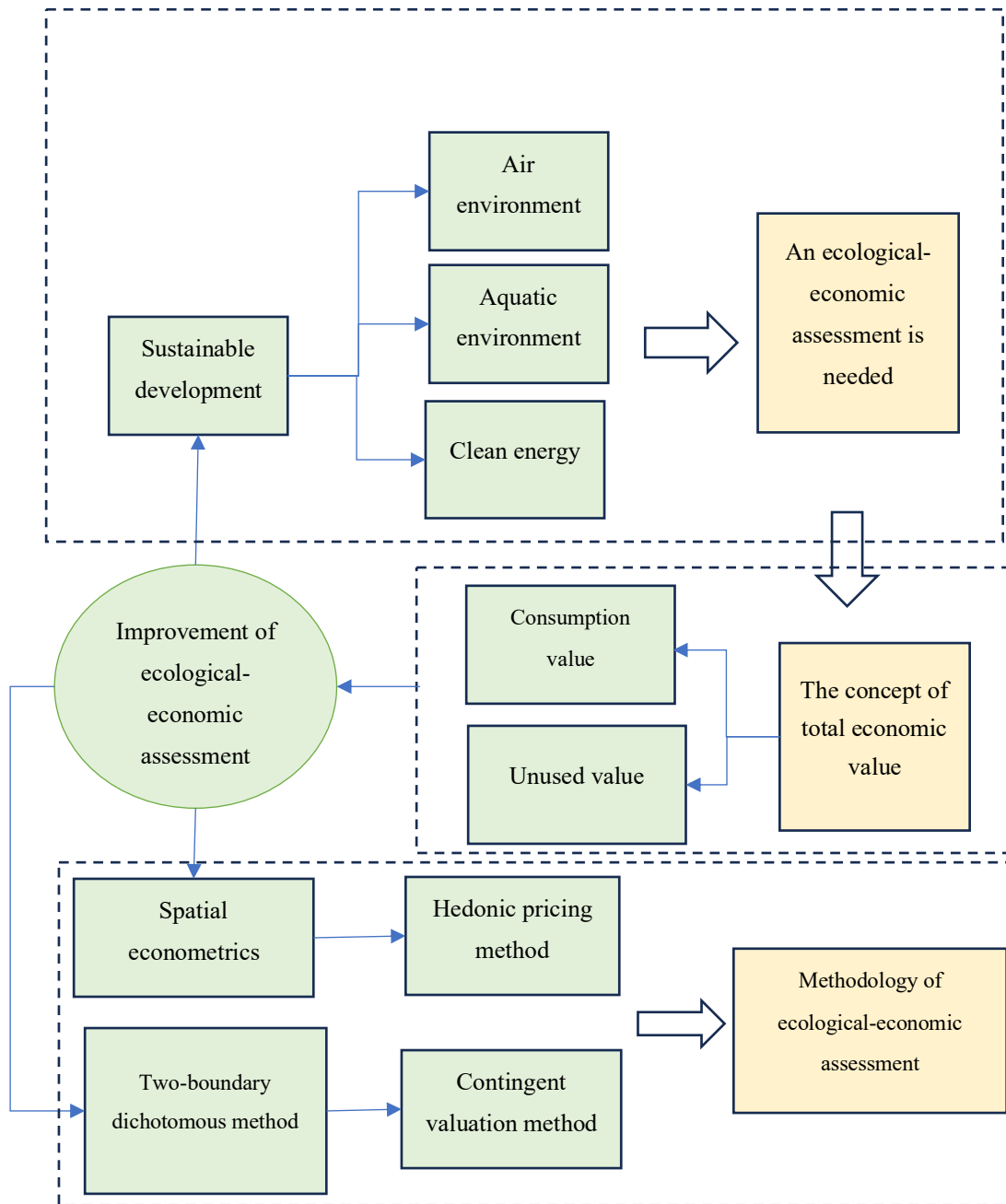


Figure 2.9. Conceptual development of the methodological toolkit of ecological-economic assessment of the EQ¹³⁰

¹³⁰ Developed by the author

The ecological-economic assessment of EQ in the context of sustainable development of the territory goes beyond traditional approaches to solving isolated environmental problems. The integrated consideration of interrelated environmental, economic and social aspects significantly expands the structure of the object of ecological-economic assessment and shifts the focus of assessment procedures from identification to prevention of problems that hinder the sustainable development of the territory. This positive effect can be achieved only with the use of reliable tools that overcome the drawbacks described above (including methodological unreasonableness of the choice of a certain set of assessment indicators and type of model, poor quality of the data used, and a number of others).

From the perspective of methodological unreasonableness of the choice of the type of valuation model (most often, these are traditional "cost-benefit" market valuation models¹³¹), the main negative consequence (limiting the application of the model in public decision-making) is the underestimation of ecosystem service functions of EQ and their role in achieving the goals of sustainable development of the economy and society. In terms of the quality of data used, many studies face problems such as insufficient sample data and incomplete systems of evaluation indicators. The lack of data and their poor-quality lead directly to the problem of

¹³¹ Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management. // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016 Proceedings. - 2016. - P. 703-710.

insufficient reliability of relevant ecological-economic assessments of EQ. This not only reduces the academic value of the research results but also narrows the range of possibilities for their application in ecological-economic decision-making.

Conventional evaluation frameworks predominantly incorporate economic metrics while often neglecting measures of social welfare derived from ecosystem services. Conducting comprehensive ecological-economic assessments within sustainable territorial development necessitates an enhanced indicator system that specifically incorporates: (1) natural ecosystem service metrics (including climate regulation functions, forest recreational potential, and aesthetic benefits), and (2) quantitative measures of their socioeconomic worth. This integrated methodological approach alone can establish a scientifically valid foundation for advancing sustainable socio-ecological-economic development paradigms and their corresponding policy implementations.

Contemporary methodologies for evaluating EQ within sustainable development frameworks highlight the necessity for synchronized advancements across environmental, economic, social, and interconnected domains to foster long-term sustainability. This multidimensional progress demands the implementation of comprehensive and adaptable analytical instruments capable of conducting integrated evaluations of ecological-economic initiatives, accounting for diverse regional particularities. Incorporating EQ assessment protocols into China's regional sustainability planning can enhance societal environmental consciousness, compelling policymakers, enterprises, and citizens to prioritize ecological

conservation while reconciling economic growth objectives with environmental protection imperatives in territorial development strategies. As a result, it will lead to the expansion of knowledge about the complex dynamic interrelationships between the environment, economy and society, to the development of effective ecological-economic policies on this basis to achieve the Sustainable Development Goals 2030.

2.2 Formation of a conceptual model of systemic ecological-economic assessment of environmental quality of Chinese territories based on the theory of total economic value of nature

The development of a conceptual framework for comprehensive ecological-economic evaluation of EQ is grounded in the synergistic integration of sustainability principles and nature's total economic value (TEV) concept. This methodological foundation enables a holistic, multidimensional valuation of China's territorial ecosystems, encompassing their complete ecological-economic worth. The purpose of developing this conceptual model is to go beyond the narrow framework of traditional market transaction values and reflect the multifaceted value of the environmental quality of territorial systems.

A distinctive feature of the conceptual model presented in Fig. 2.10 is its emphasis on the comprehensiveness of ecological-economic assessment and the systematization of conceptual approaches to assessment.

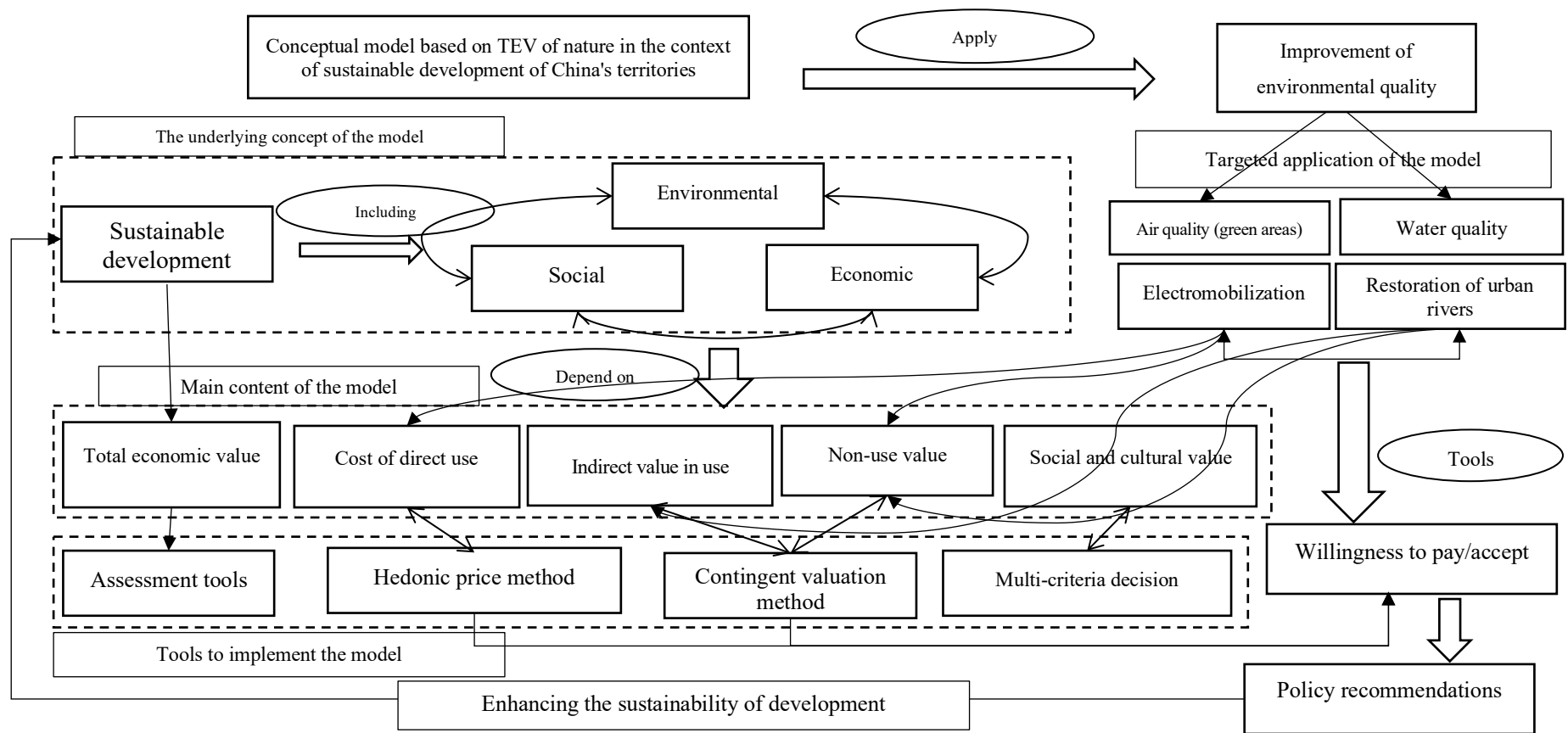


Figure 2.10. Conceptual model of systemic ecological-economic assessment of environmental quality of China's territories¹³²

¹³² Developed by the author

By comprehensively describing the multifaceted interrelationships of EQ and economic dynamics, the model contributes to a better understanding of the complex mutual ecological-economic causality by decision-makers and becomes a powerful tool for assessing compromise (balanced) trajectories of sustainable ecological-economic development of territories. The proposed framework integrates sustainability principles with the TEV approach. This integrated methodology accounts for ecological, financial, and societal dimensions, providing a holistic perspective for environmental valuation within the TEV paradigm. Departing from conventional approaches that primarily evaluate environmental worth through utilitarian benefits, the model additionally incorporates intrinsic and communal values, resulting in a more thorough assessment that more effectively supports sustainability objectives. The model highlights the significance of willingness to pay/willingness to accept compensation (WTP/WTA) assessments as a primary tool.

The calculation of indicators of the population's ability to pay and associated ecosystem services provides quantitative data necessary for the development of effective management decisions. The findings provide a foundation for formulating policy interventions designed to operationalize sustainability frameworks. Implementing well-designed measures that account for population payment capacity analysis facilitates more efficient resource distribution and enhances developmental sustainability, thereby maintaining equilibrium among economic, social, and environmental dimensions of regional governance.

The development of the conceptual model of the system ecological-economic assessment of the environmental quality of China's territories requires the sequential realization of five stages.

First stage: The evaluation of sustainable development pathways across China's tri-sectoral territorial systems (economic, environmental, and social domains) involves pinpointing critical constraints that disrupt their harmonious and stable progression. The results of this stage characterize the socio-ecological-economic trends, which on average indicate the degree of sustainability of the territorial-structured macroeconomic system of China and the core factors influencing it.

Stage Two: Identification of the structural model of the total economic value of EQ in the context of sustainable development of China's territories. This stage focuses on identifying the structure of the TEV of the CBOC, including direct and indirect use value, non-use value, and social and cultural value. These components are integrated into a broader sustainability context that includes environmental, social, and economic aspects of territorial development sustainability. Consolidating the concepts of TEV and sustainable development, the model provides a comprehensive assessment of both the socio-economic benefits of EQ and the long-term sustainability of resource use.

The TEV framework in environmental economics classifies natural capital valuation into two fundamental components: utilization value and passive value. Use value encompasses both direct material gains derived from natural resource

utilization (such as agricultural outputs, timber resources, and other environmental quality-boosting goods) and indirect advantages originating from ecological services (including air purification, water cycle management, and necessary investments for maintaining these natural mechanisms).

Non-use valuation comprises three discrete elements: (1) potential value, representing the anticipated future benefits of maintaining environmental quality; (2) intrinsic value, relating to human fulfillment obtained from the mere awareness of environmental preservation; and (3) intergenerational value, focusing on safeguarding ecological conditions for posterity. This analytical structure offers a holistic natural resource valuation paradigm that transcends conventional economic metrics by incorporating moral obligations and future-oriented perspectives¹³³.

Use values arise from the direct and/or indirect use of EQ and ecosystem services. Thus, "recreation" is mainly characterized by direct use values, while "wildlife habitat" is generally associated with indirect use values¹³⁴. Distinguishing between these categories is difficult. For example, there is little difference in estimates of the direct and indirect value of groundwater resources, but development of these resources should be implemented in a manner that maximizes

¹³³ Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // SGEM 5 Proceedings. - 2018. - C. 693-700.

¹³⁴ Damnyag , L. and Bampoh, A. A. Farmers' Forest values and small-scale forestry management strategy preferences. -2021. -No. 2. - C. [https://doi.org s. 263-78/10.1007/11842-020-09467 -0](https://doi.org/s.263-78/10.1007/11842-020-09467-0).

the value of direct and indirect services¹³⁵. Indirect use values are derived from ecosystem services that benefit indirectly, such as water purification in forests or pollination in agriculture¹³⁶.

As part of use value, option value, which is the valuation of resource conservation for future use, includes estimates of the potential economic, recreational, scientific and/or biodiversity benefits that may result from future use, taking into account the risks and uncertainties involved^{137, 138}. An important component of use value is also existence value - the satisfaction of knowing that an environmental asset exists even if it is not used¹³⁹. For example, people may value the protection of endangered species for moral / cultural reasons^{140,141}. Non-use values, such as future / altruistic value, embody important ethical and intergenerational aspects of ecological-economic valuation. Future value is

¹³⁵ Yang X., Liu J. Assessment and Valuation of Groundwater Ecosystem Services: A Case Study of Handan City, China. // *water*. -2020. -№ 1.5. - C. 1455. <https://doi.org/w/10.3390/12051455>.

¹³⁶ Ewan T., Pierre F., Maréchal J.-P. Evaluation of coastal and marine ecosystem services of Mayotte: Indirect use values of coral reefs and associated ecosystems // *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. -2017. -№ 3. - From. 19-34. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1407361>.

¹³⁷ Snider J. T., Seabury S., Tebeka M. G., Wu Y., Batt K. The Option Value of Innovative Treatments for Metastatic Melanoma // *Forum for Health Economics and Policy*. -2018. -№ 1. -P.1. <https://doi.org/10.1515/fhep-2016-0014>.

¹³⁸ Brunette M., Costa S., Lecocq F. Economics of species change subject to risk of climate change and increasing information: a (quasi-)option value analysis // *Annals of Forest Science*. -2014. -№ 2. -C. 279-90. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0281-0>.

¹³⁹ Randall A., Stoll J. R. Existence Value in a Total Valuation Framework. -2019. -C. 265-74. <https://doi.org/10.4324/9780429050084-28>.

¹⁴⁰ Binder S. Is Existence Value Appropriate for Regulatory Benefit-Cost Analysis? *Journal of Benefit-Cost Analysis*. -2020. -№ 3. -C. 441-56. <https://doi.org/10.1017/bca.2020.15>.

¹⁴¹ Bamwesigye D., Hlavackova P., Sujova A., Fialova J., Kupec P. Willingness to Pay for Forest Existence Value and Sustainability Sustainability. -2020. -№ 13. -C. 891. <https://doi.org/10.3390/su12030891>.

driven by the desire to preserve environmental assets for future generations^{142,143,144}. The inclusion of future value in valuation is intended to promote intergenerational equity and ethical management of natural resources. Including non-use values - the endogenous values of natural assets beyond direct use values - in ecological-economic valuations of a EQ allows for a more nuanced understanding of its multifaceted value^{145,146,147,148}. The resulting integrated EQ assessments are intended to form the basis of strategic policy and ensure a balance between short-term benefits and long-term sustainability, fair opportunities¹⁴⁹, adequate management decisions.

System analysis and synthesis of use value, option value and non-use value assessments, based on the theory of the total economic value of nature, allows for a comprehensive assessment of the ecological, economic and social facets of the

¹⁴² McConnell K.E. Existence and Bequest Value. -2019. -C.254-64. <https://doi.org/10.4324/9780429050084-27>.

¹⁴³ Diafas I., Barkmann J., Mburu J. Measurement of Bequest Value Using a Non-monetary Payment in a Choice Experiment-The Case of Improving Forest Ecosystem Services for the Benefit of Local Communities in Rural Kenya // *Ecological Economics*. -2017. -C. 157-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.006>.

¹⁴⁴ Geography E. S. P. Option Value, Existence Value, and Bequest Value of Mangrove in Jerowaru District, Lombok Timur Regency, Nusa Tenggara Barat // *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*. -2023. -№ 2. -C. 156-69. <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2023.010.02.03>.

¹⁴⁵ Martono, R. W. A, Puspo, M. D., Prayogi, H. Peatland Non-Use Value Survey in Siak Regency. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. -2018. -P.012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/165/1/012013>.

¹⁴⁶ Bernardo A. B.O., Moore F.C. Use and non-use value of nature and the social cost of carbon. // *Nature*. -2020. - № 1. 2. - C. 101-108 <https://doi.org/10.1038/41893-020-00615-0>.

¹⁴⁷ Bos F., Ruijs A., Quantifying the Non-Use Value of Biodiversity in Cost-Benefit Analysis: The Dutch Biodiversity Points // *Journal of Benefit-Cost Analysis* -2021. -№ 2. -C. 287-312. <https://doi.org/10.1017/bca.2020.27>.

¹⁴⁸ Liu J., Liu N., Zhang Y., Qu Z., Yu J. Evaluation of the non-use value of beach tourism resources: A case study of Qingdao coastal scenic area, China. // *Ocean and Coastal Management*. -2019. -C. 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.10.030>.

¹⁴⁹ Han J. H., Lee E. The different roles of altruistic, biospheric, and egoistic value orientations in predicting customers' behavioral intentions toward green restaurants. // *International Journal of Tourism and Hospitality Research*. -2016-№ 1. 10. -P.71 <https://doi.org/10.21298/2016.10.30.10.71>.

territory's EQ, providing a solid analytical basis for managing its sustainable development. The reliability of evaluation outcomes and the selection of appropriate valuation approaches play a pivotal role in determining the efficacy of sustainability-oriented territorial policies. Obtaining accurate quantitative ecological-economic valuations of EQ, however, is fraught with a number of difficulties (unobservability of existence and future values), which initiates the use of survey-based methods that may introduce bias. In addition, many of the ecosystem services of EQ do not have market prices, necessitating the use of indirect valuation methods with their inherent uncertainties¹⁵⁰. Continuous improvement of methods for ecological-economic valuation of the structural components of EQ is aimed at increasing the transparency and adequacy of valuations.

As objects of structural modeling of the TEV EQ, "green", so called "forest" cities, successfully developing in the People's Republic of China, and the city of Nanyang, located in Henan Province - a representative example of medium-sized cities facing significant environmental problems - are chosen. Forest cities were chosen because of their geographical diversity to assess the effectiveness of climate-correlated green infrastructure, increasing levels of government subsidies for afforestation and ecological design, and the existence of standardized criteria for classifying a city as a green cluster. The choice of Nanyang city for the study is

¹⁵⁰ Лазарева Е.И. Новый взгляд на спецификацию природного капитала в контексте стратегии устойчиво-инновационного развития экономики. // Азимут научных исследований: экономика и управление. –2017. –№ 4 (21). –С. 150-154.

due to the following circumstances. First, the city's river system is a typical example of inland waterway degradation due to rapid urbanization and inadequate wastewater treatment that does not meet Grade III water quality standards. This fact makes Nanyang a representative area to study the impact of rehabilitation work on sustainable urban development. Second, Nanyang's compact urban layout, with rivers flowing through densely populated areas, increases its relevance as a study site. Unlike sprawling metropolitan areas where environmental improvements can have diffuse effects, cleaner waterways in Nanyang directly affect flood risks, public health, and recreational opportunities. This allows for a clearer assessment of public perception and response to environmental improvements.

Third stage: Selection and application of tools (methodologies) of ecological-economic assessment of elements of the structural model of the total economic value of EQ.

The methodological framework incorporates several approaches to quantify the components of environmental quality's total economic value. Revealed preference techniques analyze actual market behavior through empirical studies, while stated preference methods assess non-market goods using carefully designed surveys. Benefit transfer approaches leverage existing valuation estimates to evaluate new projects or policies, providing cost-effective solutions for decision-making. Additionally, multi-criteria assessment systems offer a structured process for simultaneously evaluating diverse ecological and socioeconomic indicators. Together, these complementary methodologies

provide a robust analytical foundation for comprehensive environmental valuation, effectively addressing the complex interdependencies between economic systems and ecological processes. Additionally, cost benefit analysis can be utilized, where it is not always necessary to monetize each environmental impact of a project, allowing for a more flexible assessment approach that accommodates non-monetary considerations¹⁵¹. These analytical tools help to assess the trade-offs and synergies of different policy options and provide a solid basis for making decisions that are consistent with the goals of sustainable development of the territory.

The evaluation of ecological-economic tradeoffs associated with policy instruments presents several methodological difficulties. Key challenges involve: (1) quantifying non-market environmental goods, (2) accounting for ecosystem complexity, (3) determining appropriate temporal discounting factors, and (4) addressing inherent uncertainties. A case in point is urban development projects where deforestation occurs - the complete restoration of original vegetation cannot be assured. Furthermore, divergent viewpoints regarding environmental valuation methodologies often lead to political controversies and ethical dilemmas in decision-making processes¹⁵².

¹⁵¹ Диксон Д., Скура Л., Карпенгер Р., Шерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду // Пер. с англ. А.Н. Сальникова, С.С. Шальпиной. М.: Изд-во «Вита-Пресс». – 2000. – С. 135-141.

¹⁵² Лазарева Е.И. Экологическая параметризация траекторий интеграционно-кластерной региональной политики инновационного роста. // Экономика природопользования. –2008. –№ 3. – С. 72.

Fourth stage: Establishment of interrelationships of ecological-economic assessments of structural elements of the total economic value of EQ and directions of mitigation of "weak links" that hinder the achievement of sustainable development goals of territories.

The current phase of research involves examining ecological-economic evaluations of TEV components related to environmental quality, through which potential solutions to obstacles hindering the realization of sustainability objectives are discerned. A notable feature of the conceptual model for the systemic ecological-economic assessment of environmental quality in Chinese territories is the clarity of the interactions between decisions aimed at enhancing a specific component of environmental quality (e.g., improving water source quality) and the positive outcomes in the economic and social spheres (such as boosting economic sustainability and enhancing public health). Recognizing these interconnections and ensuring that both direct economic benefits and wider social and environmental impacts are considered allows for a comprehensive evaluation of how environmental quality improvements can facilitate a transition to socio-economic sustainability. This understanding is intended to enhance the effectiveness of ecological-economic management decisions.

Fifth stage: Application of the conceptual model in the process of making managerial decisions aimed at achieving the goals of sustainable development of territories.

The application of the conceptual model in the practice of management decision-making allows to assess the willingness of the population to pay/accept compensation for improving the EQ and to balance (harmonize) decisions aimed at the economic development of the territory and at improving environmental quality. The model is particularly applicable in such areas as urban planning, nature management and adaptation to climate change, where achieving the goals of ecological-economic sustainability of territorial development is a key issue. Targeted application of the conceptual model allows to develop reasonable directions for improving the EQ of the territory. Thus, in terms of improving the quality of the atmosphere, one of the key directions is the development and promotion of new types of transport based on alternative energy sources, in particular, electro mobilization¹⁵³.

In the context of sustainable development, assessing the socio-economic value of electromobility shows its comprehensive benefits for the environment, society and the economy. Electric vehicles improve energy security and contribute to ecosystem services by reducing operating costs and air pollution. Public acceptance of electric vehicles has stimulated technological development and market expansion, and a willingness-to-pay assessment has revealed their significant non-market value, providing a basis for the development of public

¹⁵³ Лазарева Е.И., Геворгян А.А. Инновационные природосберегающие технологии "smart transport" в системе устойчивого управления мегаполисом // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – № 2. – С. 21-28.

policies that support the production and construction of electric vehicle infrastructure¹⁵⁴.

Similarly, the ecological-economic assessment of water environment quality of Chinese territories based on TEV theory demonstrates its high direct use value and indirect contribution to ecosystem services, as well as its aesthetic, cultural and recreational value. Analytical assessment of water source quality not only considers social costs and benefits, but also focuses on the social benefits of the aquatic environment for public health and industrial growth, as well as its contribution to the sustainable socio-economic development of the territory¹⁵⁵. Such integrated assessment provides a scientific basis for water resources management and environmental policy, contributing to the achievement of sustainable development goals.

2.3 Development of methodological tools for ecological-economic assessment of structural components of the environmental quality of the territory based on indirect/ user preferences

At each stage of constructing the conceptual model of the systemic ecological-economic assessment of the EQ of China's territories, one or another relevant toolkit is used. Thus, to determine the level of socio-ecological-economic

¹⁵⁴ Lazareva, E. I., Dong, Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners. // Innovative Trends in International Business and Sustainable Management. Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance. - 2023. - C. 529-541.

¹⁵⁵ Dong, Y., Lazareva, E. I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China. // Water Economics and Policy. - 2023. - P.2340010

sustainability of the territorial development trajectory at the *first stage of modeling*, three econometric (multiple regression) models of the form (2.1), (2.2), (2.3) are used to assess the level of economic, environmental and social sustainability of territorial dynamics, respectively¹⁵⁶.

Model (2.1) focuses on the economic sector of the territory (region) and aims at statistical estimation of GDP (GDP regressor), determined by the variation of the factor variables (regressors) - urban population (*urbpop*), investment in pollution control (*polinv*), number of workers employed in R&D (*RDpop*), income differences between urban and rural residents (*Incdif*), total pollutant emissions (*Pollut*) and number of people with secondary and tertiary education (*Pedu*).

$$GDP = \alpha + \beta_1 urbpop + \beta_2 polinv + \beta_3 RDpop + \beta_4 Incdif + \beta_5 Pollut + \beta_6 Pedu + \varepsilon \quad (2.1)$$

The choice of model variables was made through a detailed analysis of the indicator base and literature sources in the field of research on the economic sustainability of territorial development, which, in particular, emphasize the important role of R&D¹⁵⁷, differentiation of monetary income level of urbanization¹⁵⁸ and pollution¹⁵⁹ in economic growth.

¹⁵⁶ Лазарева Е.И., Дун И. Социо-эколого-экономическая оценка устойчивости в управлении развитием региона на основе эконометрического моделирования. // Друкеровский вестник. – 2020. – № 5. – С. 176-188.

¹⁵⁷ Minford L., Meenagh D. Testing a model of UK growth: A role for R&D subsidies. // Economic Modeling. 2019. № 1. P. 252-261, Edquist H., Henrekson M. Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth? Structural Change and Economic Dynamics. -2017. -№ 42. -P. 1-12.

¹⁵⁸ Rezai A., Taylor L., Foley D. Analysis Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change. // Ecological Economics. -2018. -P. 408-417.

¹⁵⁹ Liang W., Yang M. Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China // Sustainable Computing: Informatics and Systems. -2019. -№ 21. -P. 1-9.

The model (2.2), reflecting the dynamics of environmental conditions of PRC regions, describes the statistical dependence of the quality / level of pollution of the territory's environment (*Pollt*) on the volume of electricity consumption (*electi*) and GDP of manufacturing industry (*ind*) as the dominant negative factors¹⁶⁰, volume of solid industrial waste disposal (*solwasuse*)¹⁶¹, GDP of agriculture (*Agri*)¹⁶², number of private diesel-powered cars (*carN*)¹⁶³ and volume of manufacturing production (*indusprodu*), determined by summing up the production of coal, natural gas, cement and steel.

$$\begin{aligned} \text{Pollt} = & \alpha + \beta_1 \text{electi} + \beta_2 \text{solwasuse} + \beta_3 \text{Agri} \\ & + \beta_4 \text{ind} + \beta_5 \text{carN} + \beta_6 \text{indusprodu} + \varepsilon \end{aligned} \quad (2.2)$$

The model (2.3) uses the Human Development Index (HDI) as a dependent variable reflecting the level of social sustainability of territorial development. When assessing social sustainability, four key factors are taken into account: GDP per capita (*pergdp*), level of environmental pollution (*Pollut*), volume of investments in pollution control (*polinv*), rate of natural population growth (*NgrowR*), urban population size (*urbpop*).

$$\begin{aligned} \text{HDI} = & \alpha + \beta_1 \text{pergdp} + \beta_2 \text{Pollut} + \beta_3 \text{polinv} + \beta_4 \text{urbpop} \\ & + \beta_5 \text{NgrowR} + \varepsilon \end{aligned} \quad (2.3)$$

¹⁶⁰ Breeze P., Breeze P. Electricity Generation and the Environment. // Power Generation Technologies. -2019. - P. 15-31.

¹⁶¹ Coe J.M., Antonelis G., Moy K. Taking control of persistent solid waste pollution // Marine Pollution Bulletin. - 2019. - № 139. - P. 105-110.

¹⁶² Green A. Agricultural Waste and Pollution. // Waste. - 2019. - P. 531-551.

¹⁶³ Degraeuwe B., Thunis P., Clappier A. Impact of passenger car NOX emissions on urban NO2 pollution - Scenario analysis for 8 European cities // Atmospheric Environment. - 2017. - № 171. - P. 330-337.

The examination of econometric model outputs seeks to elucidate the dynamic interactions between the tripartite components (economic, ecological, and societal) within regional systems during China's transition toward sustainable spatial planning frameworks.

The hedonic pricing (HP) and contingent valuation (CV) methods are the most applicable in the *second and third* modeling *stages*, as demonstrated by the results of Web of Science metadata analysis (Appendices 1, 2).

The hedonic pricing approach is grounded in the principle that products embody multiple attributes, utilizing econometric techniques - particularly multivariate regression - to isolate and quantify the marginal contribution of individual features to overall market prices. Illustratively, analyzing property valuation patterns enables quantification of environmental quality's impact on market price variations. Housing market transactions (both sales and leases) commonly serve as empirical data sources for calculating ecological externalities. Property acquisition costs effectively demonstrate purchasers' valuation of dwelling advantages. Multiple determinants shape real estate utility, among which environmental conditions constitute a single contributing element. When making a purchase decision, buyers effectively establish a monetary equivalent that encompasses various factors, including EQ¹⁶⁴.

¹⁶⁴ Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. // Journal of Political Economy. -1974. -№ 1. -C. 34-55.

The widespread use of HPM in the 1980s - 1990s in procedures for ecological-economic assessment of structural components of the EQ is associated with the names of researchers such as Murdock & Thayer¹⁶⁵, Bockstael, Hahnemann & Kling¹⁶⁶ and a number of others.

In the 21st century, the attention of researchers has focused on the search for new modifications of HPM that contribute to improving the accuracy of ecological-economic assessments by integrating spatial regression analysis, panel data analysis and non-linear relationships, etc. into the assessment process. The combined application of hedonic price method and other valuation methods has also become a development trend¹⁶⁷. HPM research has mainly focused on such aspects as ecological-economic assessment of air quality, which relies on identifying the nature of the impact of EQ parameters on real estate prices and the labor market (wage levels)^{168,169}, and assessment of water environment quality, which takes into account its impact on economic characteristics (real estate prices,

¹⁶⁵ Murdoch J. C., Thayer M. A. Hedonic price estimation of variable urban air quality // *Journal of Environmental Economics and Management*. -1988. -№ 2. -C. 143-46.

¹⁶⁶ Bockstael N. E., Hanemann W. M., Kling C. L. Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework // *Water Resources Research*. -1987. -№ 5. -C. 951-60. <https://doi.org/10.1029/WR023i005p00951>.

¹⁶⁷ Jayantha W. M., Oladinrin O. T. Bibliometric analysis of hedonic price model using CiteSpace. // *International Journal of Housing Markets and Analysis*. -2019. -№ 2. -C.357-71. <https://doi.org/10.1108/IJHMA-04-2019-0044>.

¹⁶⁸ Mei Y., Gao L., Zhang J., Wang J. Valuing urban air quality: a hedonic price analysis in Beijing, China // *Environmental Science and Pollution Research*. - 2020. - № 2. - C.1373-85. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06874-5>.

¹⁶⁹ Bishop K. C., Kuminoff N.V., Banzhaf H. S., Boyle K. J., Gravenitz K. v., Pope J.C. Best Practices for Using Hedonic Property Value Models to Measure Willingness to Pay for Environmental Quality // *Review of Environmental Economics and Policy*. - 2020. - No. 1.2. - C. 260-81. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa001>.

agricultural output and public health)^{170,171}. As the research deepened, scientists expanded the scope of HPM application to include ecological-economic assessment of land resources¹⁷² and a number of other areas.

However, it can be noted that the current state of HPM research does not contain sufficient recommendations to support managerial decision-making, which prevents reasonable adjustment of policies aimed at sustainable development of China's territories. To advance this methodological approach within the framework of EQ assessment, this study incorporated spatially-explicit predictor variables to enhance the hedonic model's validity, while employing longitudinal datasets to improve both the precision of econometric estimates and the veracity of resultant statistical inferences.

In constructing a hedonic pricing model for assessing the ecological-economic value of rivers and urban green spaces, innovations are introduced in the form of a combination of spatial factor variables and dummy variables representing social factors. In addition, the econometric assessment of river values depends on dummy variables representing river landscapes, taking into account ecological and social attributes.

¹⁷⁰ Dahal R. P., Grala R. K., Gordon J.S., Munn I. A., Petrolia D. R., Cummings J. R. A hedonic pricing method to estimate the value of waterfronts in the Gulf of Mexico // *Urban Forestry and Urban Greening*. -2019. - № 41.- C. 185-94.

¹⁷¹ Moore M. R., Doubek J. P., Xu H., Cardinale B.J.. Hedonic Price Estimates of Lake Water Quality: Valued Attribute, Instrumental Variables, and Ecological-Economic Benefits // *Ecological Economics*. - 2020. - № 176. - C. 106692. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106692>.

¹⁷² Chakraborty K. S., Chakraborty A., Berrens R. P. Valuing soil erosion control investments in Nigerian agricultural lands: A hedonic pricing model // *World Development*. - 2023. - № 17. - P. 106313. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106313>.

Let $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ be an n-dimensional vector of market goods and $Q = [q_1, q_2, \dots, q_n]$ be an m-dimensional vector of m non-market goods. The utility function $U(X, Q)$ represents an individual's preference for two sets of goods X and Q . When market goods are involved, their relative market prices are expressed as $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]$. Consumers make purchasing decisions according to their individual tastes and available financial resources (y). Consequently, the fundamental economic challenge involves optimizing satisfaction derived from market commodities through consumption choices that remain constrained by budgetary limitations.

In assessing the economic value of a river (a non-market good), the consumer's utility function is expressed as $U_i(W_i, x_i, z_i, M_i, \alpha_i)$. In this function, W_i represents the attributes of the river, x_i represents real estate characteristics, z_i represents neighborhood characteristics, M_i characterizes built-up areas and α_i takes into account other social characteristics. The main hypothesis is the assumption that the existence of a river has a positive impact on human well-being.

The specification of the price equation can significantly affect the hedonic estimation results. To ensure robustness of the estimation results, different forms of specification are needed - linear functional (2.4), logarithmic with respect to the regressor (2.5) and with respect to the regressors (2.7), and linear logarithmic (2.6), in which X is the attribute feature vector; Z is the attribute neighborhood feature vector.

$$P = \alpha + \beta W + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.4)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta W + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.5)$$

$$P = \alpha + \beta \ln(W) + \gamma \ln(X) + \delta \ln(Z) + \epsilon \quad (2.6)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta \ln(W) + \gamma \ln(X) + \delta \ln(Z) + \epsilon \quad (2.7)$$

For econometric (regression) analysis it is necessary to select parametric characteristics associated with the river. The first is the distance to the river, the second is the completeness/availability of the river view, and the third is the direction of the river flow. Based on these characteristics, three regression models are constructed, including dummy variables: the third equation (2.8) - dummy variable D "distance to the river"; equation (2.9) - dummy variable "river view" V ; equation (2.10) - dummy variable that takes into account the river landscape "river flow direction R measuring the orientation of the property relative to the river.

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \epsilon \quad (2.8)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \theta V + \epsilon \quad (2.9)$$

$$\ln(P) = \alpha + \beta D + \gamma X + \delta Z + \theta V + \eta R + \epsilon \quad (2.10)$$

The hedonic pricing model can be expressed in general terms as equation (2.11), where P_i – the price of a property i , S_i are factors characterizing the attributes of property i (area, number of bedrooms and age). L_i reflects location characteristics, including proximity to gardens, parks, transportation centers and public spaces. E_i takes into account environmental attributes such as the

number of nearby parks, the area of green space and the variety of landscaping.

$$P_i = f(S_i, L_i, E_i) \quad (2.11)$$

The basic concept of the hedonic approach to pricing is to maximize consumer utility, which in this model corresponds to the price of the property. This maximization can be achieved using mathematical methods by taking partial derivatives of equation (2.11) on various variables, each of which can be expressed in the form (2.12).

$$\frac{\partial P_i}{\partial S_i}, \frac{\partial P_i}{\partial L_i}, \frac{\partial P_i}{\partial E_i} \quad (2.12)$$

The most common statistical methods for estimating equation (2.13) as a linear regression model are the least squares method (OLS) and the maximum likelihood method (MLE). A statistically linear model of hedonic pricing can be expressed as:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 L_i + \beta_3 E_i + \epsilon \quad (2.13)$$

In a scenario where the relationship between object characteristics and price is not linear, this function can be transformed into the form (2.14).

$$\ln P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 L_i + \beta_3 E_i + \epsilon \quad (2.14)$$

Environmental assessments are characterized by significant spatial heterogeneity, which determines the need to take into account spatial effects in the assessment of EQ using spatial econometrics methods (spatial Durbin model) - spatial weights matrices reflecting interdependencies between different

geographical regions¹⁷³ to quantify spatial (inter-territorial) correlations. Spatial "weighting" of EQ estimates based on Euclidean distance d_{ij} for two territories i and j with different coordinates (x_i, y_i) and (x_j, y_j) is performed according to formula (2.15)¹⁷⁴.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.15)$$

Adjacency weights¹⁷⁵ are determined in pairs for every two spatial units that are physically adjacent and share a common boundary/boundary.

The matrix of spatial weights is expressed as (2.16).

$$W = \begin{pmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } j \in N_k(i) \text{ or } i \in N_k(j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Integration of spatial econometrics methods into the estimation process significantly improves the ability of HPM to explain complex spatial effects, which makes the estimation of model parameters more accurate. Various econometric

¹⁷³ Bhattacharjee A., Chris J.-B. Estimation of Spatial Weights Matrix in a Spatial Error Model, with an Application to Diffusion in Housing Demand // CRIEFF Discussion Papers. -2005. -No.0519. -C. 13-15. <https://ideas.repec.org/p/san/crieff/0519.html>

¹⁷⁴ Brasington D.M., Hite D. Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis // Regional Science and Urban Economics. -2005. -№ 1. -C. 57-82. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2003.09.001>.

¹⁷⁵ Contiguity is a concept of graph theory used only with respect to two edges or with respect to two vertices: two edges incident to one vertex are called contiguous, two vertices incident to one edge are also called contiguous.

models - spatial autoregressive (SAR) models (2.17)^{176,177,178}, including the spatial Durbin model (SDM), including spatial lagged dependent and explanatory variables (2.18) - can be used as such methods.

$$Y_n = \lambda W_n Y_n + \beta X_n + \varepsilon_n \quad (2.17)$$

Where W_n - matrix of spatial weights, $W_n Y_n$ - "spatial lag".

$$Y_n = \lambda W_n Y_n + \beta X_n + \theta W X_n + \varepsilon_n \quad (2.18)$$

Where $\theta W X_n$ is the spatial interaction effect.

The introduction of spatial technologies contributes to a more accurate assessment of the environment and helps to make reliable ecological-economic decisions.

Another commonly employed valuation technique—the contingent valuation approach—adheres to the axiom of consumer autonomy, whereby individuals reveal their preferences by indicating their highest acceptable payment levels. This methodology is particularly useful for evaluating non-use values associated with EQ. The CVM, functioning as a scenario-based survey technique, quantifies individuals' stated preferences regarding environmental goods and services by assessing their hypothetical willingness to pay. This approach provides a crucial mechanism for evaluating non-market ecological assets that lack conventional

¹⁷⁶ Lee L., Yu J. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects // Journal of Econometrics. -2010. -№ 1. 2. -C. 165-85

¹⁷⁷ Cliff A. D., Ord K. Spatial Autocorrelation: A Review of Existing and New Measures with Applications // Economic Geography. -1970. -№ 46. - P. 269-92

¹⁷⁸ Elhorst J. P. Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models // International Regional Science Review. -2003. -№ 3. - P. 244-68

market transactions, thereby addressing the valuation challenges associated with public goods such as urban green spaces, atmospheric conditions, and biological diversity that cannot be effectively priced through standard market mechanisms. CVM addresses the problem by creating a hypothetical market and asking respondents if they would be willing to pay for improvements to the EQ. The preferences expressed in the survey are considered an individual's independent choice. By analyzing a sample of individual data, the willingness to pay of the population is determined to estimate the economic value of non-market environmental products.

The evolution of this method in the period 1960s-1990s is characterized by constant improvement of estimation algorithms (techniques) - from mailing questionnaires, interviewing the population and applying mathematical and statistical methods to identify generalized willingness to pay¹⁷⁹ to telephone surveys based on smartphones, online surveys based on the Internet (which significantly increased efficiency and reduced the cost of surveys)¹⁸⁰. The use of information technology has greatly expanded the scope of contingent assessment. Active development and modernization of CVM during this period contributed to

¹⁷⁹ Clarke, C.A., Sheppard, P. M. A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences. –1997. –№ 1001. – C. 424-39.

¹⁸⁰ Bengt K. Valuing environmental benefits using the contingent valuation method: an econometric analysis. -1990. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-90578>.

the wide application of EQ assessment methods in ecological-economic decision support^{181,182}.

In the 21st century, the widespread use of mobile communication technologies and smartphones has opened new opportunities for the development of CVM based on mobile surveys, allowing respondents to take part in the survey in real time through an application, to determine the location of respondents. The advancement of big data analytics and cloud-based computational systems has significantly enhanced the capacity for processing survey data statistically. These technological developments have enabled more sophisticated research designs, broader participant inclusion, and facilitated the digital transformation and cognitive automation of assessment methodologies¹⁸³. Various innovations have contributed to the development of contingent valuation in scientific and professional directions, enhancing the effectiveness of non-market valuation¹⁸⁴, increasing its relevance in supporting science-based ecological-economic decision-

¹⁸¹ Brookshire D. S., Crocker T.D. The advantages of contingent valuation methods for benefit-cost analysis // *Public Choice*. -1981. -№ 1.2. - C. 235-52.

¹⁸² Thayer M. A Contingent valuation techniques for assessing environmental impacts: Further evidence // *Journal of Environmental Economics and Management*. -1981. -№ 1. -C. 27-44.

¹⁸³ Quy, V.K., Tran, D.T. Contingent Valuation Machine Learning (CVML): A Novel Method for Estimating Citizens' Willingness to Pay for a Safer and Cleaner Environment. // *Urban Science*. -2023. -№ 7(3). -C.84

¹⁸⁴ Li S., Kallas Z. Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products // *Appetite*. -2021. - P. 105239. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105239>.

making, including in emerging areas such as ecosystem services and biodiversity, as well as in environmental public education^{185,186,187,188,189,190,191,192}.

The assessment of urban aquatic systems' ecological-economic value utilizes contingent valuation methodologies to quantify both their direct functional advantages and indirect values arising from two complementary rehabilitation approaches: ecosystem restoration (improving riverine ecological health) and recreational infrastructure enhancement (achieving sanitation benchmarks for community leisure facilities). Such comprehensive assessment proves indispensable for advancing urban sustainability objectives.

The implementation of CVM requires the development of dichotomous questionnaires and the construction of a logistic econometric model (2.19) to obtain data willingness to pay for binary options.

¹⁸⁵ Xu F., Wang Y., Xiang N., Tian J., Chen L. Uncovering the willingness-to-pay for urban green space conservation: A survey of the capital area in China // *Resources, Conservation and Recycling*. -2020. -C. 105053.

¹⁸⁶ Zhang L., Fukuda H., Liu Z. Households willingness to pay for green roof for mitigating heat island effects in Beijing (China). // *Building and Environment*. -2019. -C. 13-20.

¹⁸⁷ Xu L., Xu W., Jiang C., Dai H., Sun Q., Cheng K., Lee C., Zong C., Ma J. Evaluating Communities' Willingness to Participate in Ecosystem Conservation in Southeast Tibetan Nature Reserves, China. // *Land*. -2022. -№ 2. – C. 207.

¹⁸⁸ Chen C., He G., Lu Y. Payments for Watershed Ecosystem Services in the Eyes of the Public, China. // *Sustainability*. -2022. -№ 15. -C. 9550.

¹⁸⁹ Hu C., Wright A. L., He S. Public Perception and Willingness to Pay for Urban Wetland Ecosystem Services: Evidence from China. // *Wetlands*. -2022. -No. 1. -C.19.

¹⁹⁰ Guo D., Wang A., Zhang A. T. Pollution exposure and willingness to pay for clean air in urban China // *Journal of Environmental Management*. -2020. -C. 110174.

¹⁹¹ Tan, R., Lin, B. Public Perception of Clean Energy Vehicles: Evidence on Willingness to Pay for Clean Energy Bus Fare in China. // *Energy Policy*. -2019. -C. 347-54.

¹⁹² Hafer J. A., Ran B. Exploring the Influence of Attitudes and Experience on Valuation of State Forest Lands via Contingent Valuation // *Public Performance and Management Review*. -2022. - № 6. - C. 1461-86. <https://doi.org/10.1080/15309576.2022.2108854>.

$$E(y_i) = \frac{1}{1 + \exp\{-\beta(x_i - u_i)\}} \quad (2.19)$$

In equation (2.19), $E(y_i)$ is the probability that a respondent will accept the offer price x_i . The parameter β is the estimated coefficient on the independent variable.

Willingness to pay for the dichotomous model is calculated using formula (2.20), where Z_i is the set of independent variables and β is the estimated coefficients at independent variables. u_i - random component.

$$WTP_i(Z_i, u_i) = Z_i\beta + u_i \quad (2.20)$$

Equation (2.20) is used to calculate willingness to pay for two types of recovery measures and includes two types of independent variables Z_i . The first category of variables characterizes the basic personal characteristics of the respondent, such as gender, age, income and education level, employment status, etc. The second category is variables characterizing the process of ecological restoration of the river (ecological awareness of urban residents, water quality, etc.).

In equation (2.21), Z_i characterizes the combination of the respondent's basic personality characteristics and variables related to their participation in recreationally oriented recovery activities, β_r are the estimated coefficients under the variables.

$$WTP_{ri}(Z_i, u_i) = Z_i\beta_r + u_i \quad (2.21)$$

Estimating mean WTP requires resolving a binary decision problem subject to dual constraints. This approach effectively mitigates the inherent estimation bias

associated with conventional choice methods, thereby enhancing result precision and methodological stability. Such methodological refinement facilitates more credible and dependable WTP analysis in ecological-economic research.

According to the Lopez-Feldman research methodology¹⁹³ two different measures of average willingness to pay are calculated using formulas (2.22), (2.23).

$$mean\ WTP_e = \sum_{i=1}^N \left[d_i^{sn} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^1}{\sigma_e} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) + d_i^{ss} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) \right. \\ \left. + d_i^{ns} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^1}{\sigma_e} \right) \right) + d_i^{nn} \ln \left(1 - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_e}{\sigma_e} - \frac{t^2}{\sigma_e} \right) \right) \right] \quad (2.22)$$

$$mean\ WTP_r = \sum_{i=1}^N \left[d_i^{sn} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^1}{\sigma_r} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) + d_i^{ss} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) \right. \\ \left. + d_i^{ns} \ln \left(\Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^1}{\sigma_r} \right) \right) + d_i^{nn} \ln \left(1 - \Phi \left(z_i' \frac{\beta_r}{\sigma_r} - \frac{t^2}{\sigma_r} \right) \right) \right] \quad (2.23)$$

Equation (2.22) determines the average willingness to pay for restoring the ecological quality of the river, and Equation (2.23) determines the average willingness to pay for ensuring that the river meets cleanliness requirements for residents' recreational facilities. The indicator variables $d_i^{sn}, d_i^{ss}, d_i^{ns}, d_i^{nn}$ are assigned a value of 0 or 1 depending on the respondent's answer to the willingness-to-pay question, which allows differentiating between different scenarios. The variable t_i characterizes the cost of offering two types of rehabilitation projects. The parameters $\sigma_e, \beta_e, \sigma_r, \beta_r$ are estimated by the maximum likelihood method.

The spatially weighted hedonic pricing model's secondary application involves evaluating the economic worth of urban green spaces, providing empirical

¹⁹³ Alejandro, L.F. Introduction to Contingent Valuation Using Stata. // Stata Users Group. -2013. -C.4101 8.

support for formulating ecological-economic policies designed to enhance atmospheric conditions.

Identification of factors that explain the difference in assessments of the ecological and recreational value of the river serves as a basis for determining in *the fourth* and *fifth* stages of modeling measures for targeted ecological and recreation-oriented restoration of the urban river.

Establishment of interrelationships of ecological-economic assessments of structural elements of the total economic value of the EQ and directions of mitigation of "weak links" that hinder the achievement of sustainable development goals of territories at the fourth stage of modeling requires the application of methodological tools of multi-criteria analysis of decisions made in a complex environment to assess trade-offs between different options for river restoration, taking into account the identified factors¹⁹⁴.

The combined use of multi-criteria analysis tools and methods for assessing the value of direct and indirect ecosystem services provided by a river ensures the comprehensiveness and appropriateness of the ecological-economic assessment of an area's EQ as a foundation for the value of necessary restoration measures. Such a holistic assessment not only reflects all three aspects of sustainability, but also provides a solid basis for decision-making on river restoration in accordance with

¹⁹⁴ Лазарева Е.И., Шевченко Д.А. Human-centered reboot of green urban ecosystem management in the context of digitalization. // International Journal of Economics & Business Administration. –2023. –№ 3. –С. 56-66.

sustainable development goals, ensuring their balance in economic, social and environmental aspects.

Application of the conceptual model in the process of making management decisions aimed at achieving the goals of sustainable development of territories at the fifth stage of modeling is based on the use of methods of scenario analysis and comparison of costs and benefits from the implementation of alternative river restoration projects. In the course of scenario analysis, alternative river restoration scenarios are developed and the public's willingness to pay for improved environmental quality is assessed. The resulting public preferences inform the ecological-economic decision-making process aimed at finding a balance between economic development and sustainability. Identifying the needs/expectations of stakeholders (individuals and groups such as city residents and public institutions) allows balancing their interests when taking measures to restore the river, promoting the principles of equity and inclusiveness, ensuring scientific validity and transparency of the decision-making process. Thus, the targeted application of the conceptual model allows to develop reasonable directions for improving the environmental quality of the territory.

3 MODEL OF HOLISTIC ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY AS A TOOL TO IMPROVE SUSTAINABILITY OF DEVELOPMENT OF CHINESE TERRITORIES

3.1 Analysis of sustainability assessments of China's territorial development trajectories based on econometric modeling results

Approbation of the conceptual model on the materials of the territories of China (Fig. 3.1) showed its applicability in making ecological-economic decisions aimed at increasing the degree of sustainability of the territorial development trajectory.

The key aspect in applying the three econometric models (2.1) - (2.3) to determine the level of socio-ecological-economic sustainability of the territorial development trajectory at the first stage of modeling was the EQ, the assessment of which creates the basis for formulating a strategy to achieve sustainable development goals by finding a balance between economic growth and preservation (improvement) of environmental quality. In the context of territorial development, sustainability includes three key dimensions: economic growth, environmental protection and social equity (justice). The econometric modeling results provide insights into the interactions among the three dimensions of sustainability in China's regions.

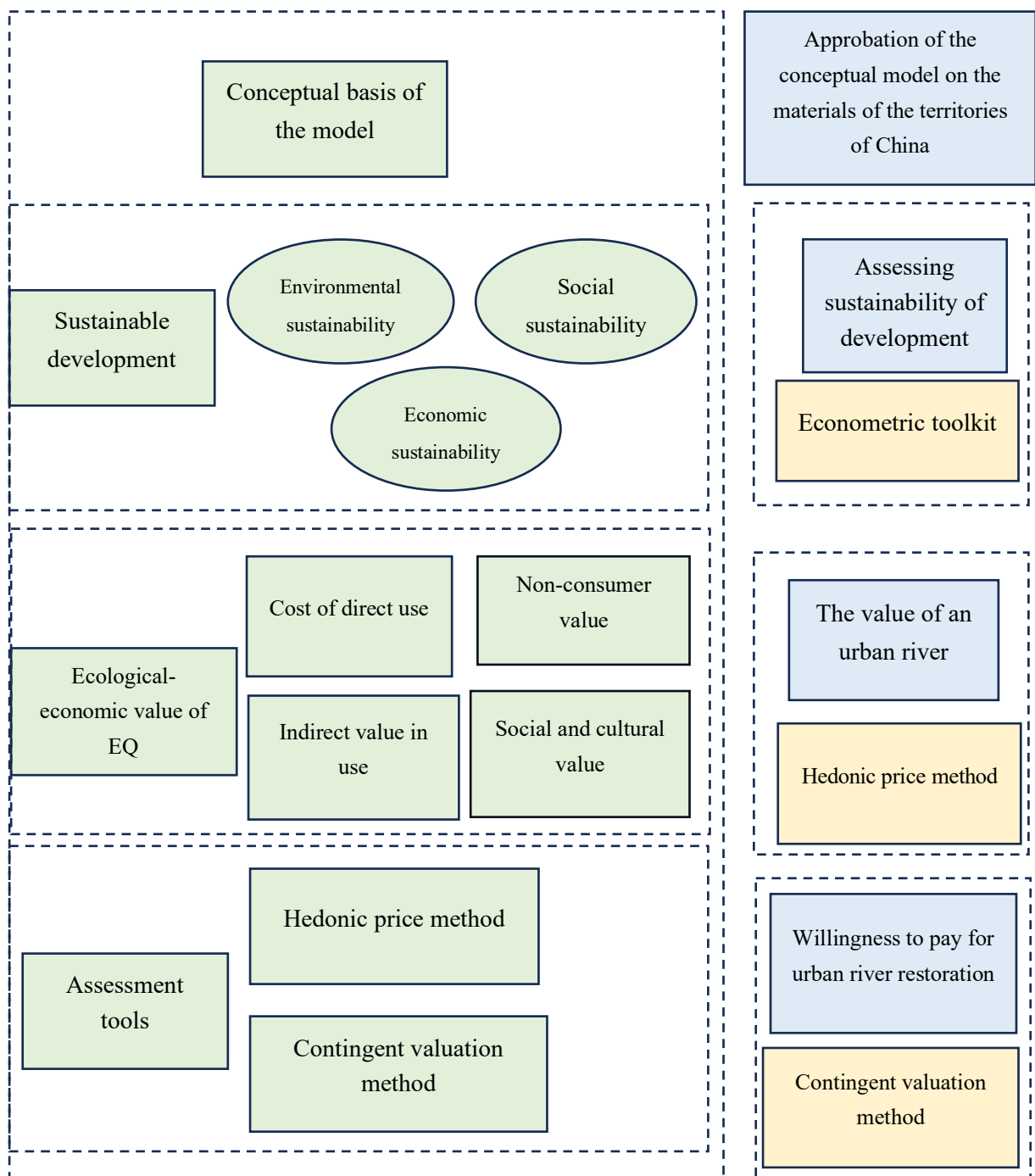


Figure 3.1 - Scheme of approbation of the conceptual model on the materials of the territories of China¹⁹⁵

¹⁹⁵ Developed by the author

Analyzing the results of econometric assessments for different years, it is possible to trace how certain economic, environmental and social factors influence each other and contribute to the achievement of the socio-ecological-economic trajectory of sustainable development of regions, emphasizing the need for a balanced approach to sustainable development that takes into account economic, environmental and social aspects.

The solution of the task of indicating the characteristics of socio-economic and environmental sustainability of territorial (regional) development took into account the principles of simplicity, scale, measurability, sensitivity and timeliness recommended by authoritative scientists^{196,197} and was implemented using the data of the Statistical Yearbook of China, the Yearbook of Energy Statistics of China and the Yearbook of Environmental Statistics of China for 2008 and 2022 (Table 3.1). The choice of 2008 data as an indicator base was hypothesized for several reasons, the main of which were the global economic crisis and the 2008 Olympic Games held by the PRC, which had a significant impact on all spheres of territorial systems.

¹⁹⁶ Harger J.R.E., Meyer F.-M. Definition of indicators for environmentally sustainable development. // *Chemosphere*. - 1996. - № 1. 9. - FROM . 1749-75.

¹⁹⁷ Ness B., Evelin U.-P., Anderberg S., Olsson L. Categorizing tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*. - 2007. -№ 3. -P. 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>.

Table 3.1. Indicators of socio-ecological-economic sustainability of territorial development¹⁹⁸

Indicator / Variable	Unit of measurement	Designation in models (2.1)-(2.3)
GDP	trillion yuan	gdp
Investments in pollution control	10000 yuan	polinv
Number of employees in R&D	10,000 people	RDpop
Income differences between urban and rural residents	10000 yuan	incdif
Total volume of pollutants	10000 tons	Pollut
Number of people with education	people.	Pedu
Area of built-up areas	10000 M^2	constrspace
Electricity consumption	million watts	eletri
Volume of TPO utilization	10000 tons	solwasuse
GDP of the extractive industry	million yuan	Agri
GDP of manufacturing industry	million yuan	ind
Number of private	10,000 units	carN
Manufacturing industry output	10000 tons	indusprodu
HDI		HDI
GDP per capita	yuan	pergdp
Urban population	10,000 people	urbpop
Natural growth rate	percentages	NgrowR

To indicate the current state of the territories of China, official data of statistical reporting for 2022 were used. Significant variation of GDP, level of environmental pollution and HDI by regions of China (Fig. 3.2, 3.3, 3.4) allowed us to use these indicators as regressors in the models for assessing economic, environmental and social sustainability (2.1) - (2.3), respectively.

¹⁹⁸Compiled by the author

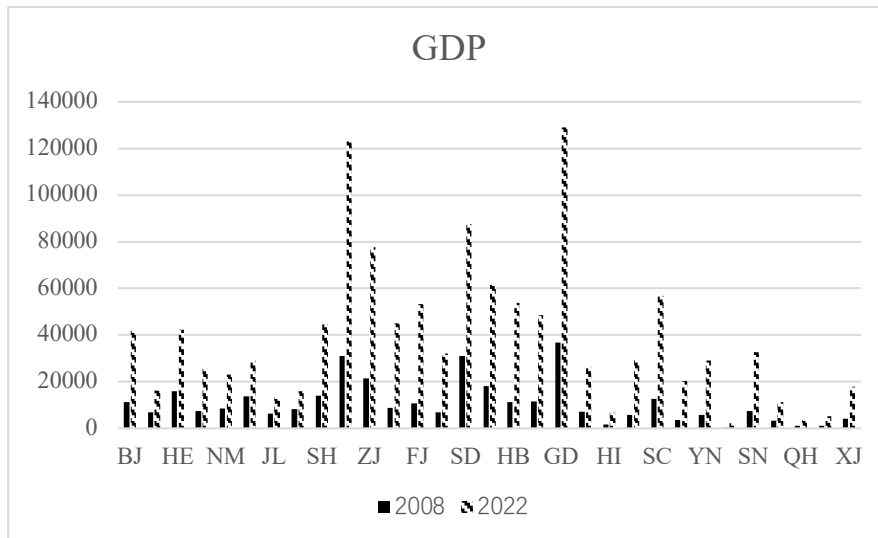


Figure 3.2. GDP of China's provinces in 2008 and 2022.¹⁹⁹

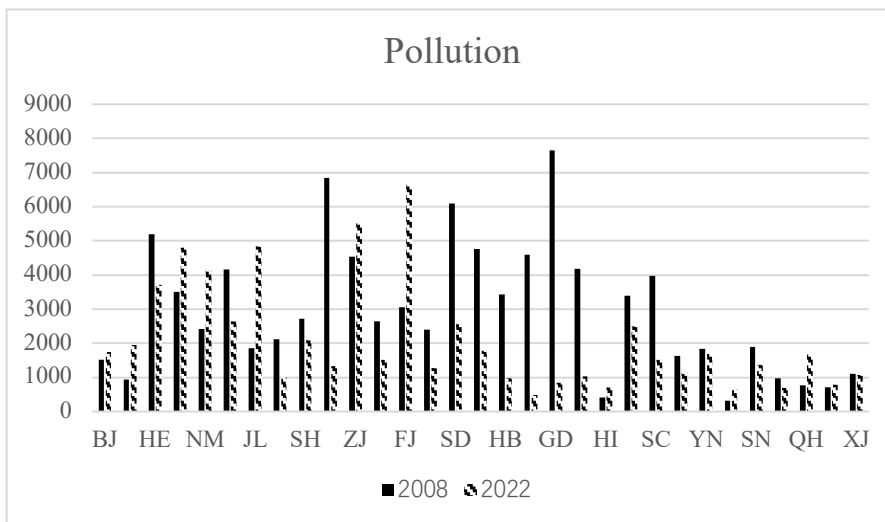


Figure 3.3. Generalized indicator of pollution level in China's provinces in 2008 and 2022.²⁰⁰

¹⁹⁹ Compiled by the author

²⁰⁰ Compiled by the author

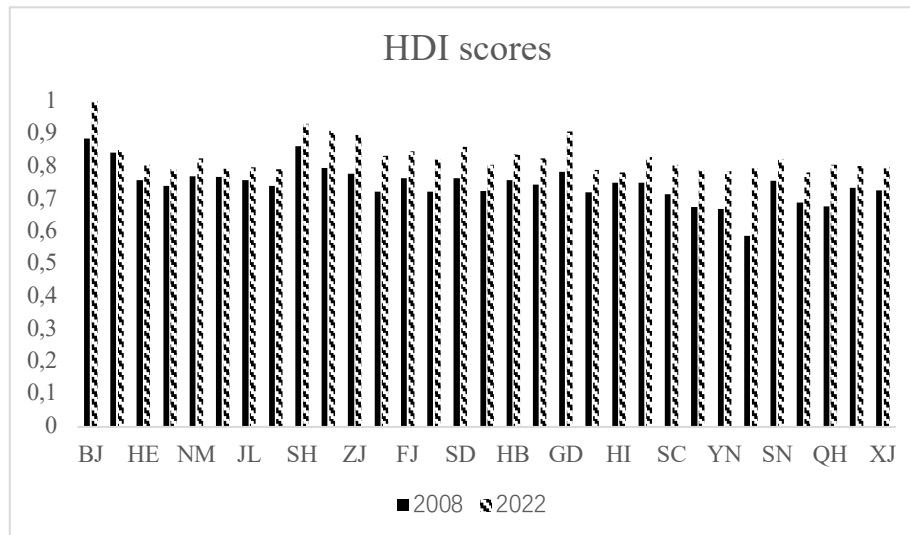


Figure 3.4. HDI of China's provinces in 2008 and 2022.²⁰¹

The results of multiple regression analysis aimed at investigating the relationships of variables in the economic, environmental and social sectors (Figure 3.5, 3.6) confirmed the initial hypothesis that there is a statistically significant interdependence between them.

²⁰¹ Compiled by the author

VARIABLES	(1) m1 gdp	(2) m2 pollut	(3) m3 HDI
constrspace		0.00507 (0.00819)	
eletri		1.342* (0.764)	
solwasuse		0.0360 (0.103)	
Agri		0.774** (0.311)	
ind		0.00176 (0.120)	
carN		0.145 (1.318)	
indusprodu		-0.0127 (0.0659)	
urbpop	2.938** (1.102)		-2.57e-06 (8.30e-06)
polinv	0.0126** (0.00518)		-4.96e-10 (3.31e-08)
RDpop	0.0825*** (0.0211)		
incdif	0.395** (0.167)		
pollut	0.236 (0.566)		1.00e-05 (7.74e-06)
Pedu	1.04e-05 (0.00152)		
pergdp			0.0261*** (0.00673)
NgrowR			-0.00353 (0.00282)
Constant	-3.930** (1.731)	445.4 (300.2)	0.697*** (0.0207)
Observations	30	30	31
R-squared	0.978	0.880	0.709

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Figure 3.5. Modeling results based on statistical data of 2008²⁰²

VARIABLES	(1) m1 gdp	(2) m2 pollut	(3) m3 HDI
constrspace		-0.0107*** (0.00241)	
eletri		1.119*** (0.355)	
solwasuse		0.538 (0.327)	
Agri		0.379** (0.165)	
ind		-0.0463 (0.0505)	
carN		1.733* (1.005)	
indusprodu		-0.0127 (0.0206)	
urbpop	8.815*** (1.376)		2.24e-06 (4.64e-06)
polinv	0.0103*** (0.00315)		2.32e-08 (1.92e-08)
RDpop	0.0782*** (0.0171)		
incdif	0.250** (0.108)		
pollut	-1.140* (0.565)		-4.18e-07 (5.06e-06)
Pedu	-0.000487** (0.000225)		
pergdp			0.0151*** (0.00172)
NgrowR			-0.00454** (0.00196)
Constant	-3,199 (2,714)	471.2 (321.8)	0.674*** (0.0157)
Observations	31	31	31
R-squared	0.984	0.908	0.782

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Figure 3.6. Results of modeling using statistical data of 2022²⁰³

²⁰²Compiled by the author based on the results of modeling in Stata software.

²⁰³Compiled by the author based on the results of modeling in Stata software.

The results of modeling the economic situation in the Chinese regions in 2008 revealed a significant positive impact of such determinants as the degree of urbanization, the number of employees in R&D and the volume of "green" investment on the level of development achieved by the territories, which demonstrates the important role of scientific and technological progress and innovation, as well as effective environmental financial policy in the development of the economic sector of China's provinces. At the same time, the EQ indicator did not have a significant impact on the economic condition of regional systems.

The 2022 regression analysis revealed consistent statistical relationships - three factors exerted substantially positive effects on economic output: urban-rural income disparity, metropolitan population size, and research personnel numbers. Notably, unlike the 2008 econometric results, environmental variables showed statistically significant influence (at 10% level) on regional GDP, with pollution levels from diverse waste streams demonstrating negative correlations and eco-friendly investments exhibiting positive associations.

The results presented in Figure 3.5 and 3.6 illustrate the existence of a strong correlation between COP (level of environmental pollution), on the one hand, and GDP growth, on the other. Consequently, it is necessary to increase investment in measures that contribute to the reduction of environmental pollution, which will not only have a positive environmental effect, but also improve economic performance. Effective pollution control measures are crucial to promote sustainable economic development.

Modeling of the provincial environmental situation in 2008 and 2022 shows a significant positive dependence of the EQ on electricity consumption, construction activities, mining and manufacturing, agriculture, and the number of private cars. Moreover, the impact of agricultural activities on EQ is stronger compared to the impact of the manufacturing industry. This result indicates the need to add measures on environmentally oriented modernization of the agricultural sector to the actively implemented measures on industrial restructuring towards increasing manufacturing industry output and reducing dependence on fossil fuels.

Energy and transportation systems, especially automobiles, are major contributors to environmental pollution (degradation). As a consequence, active measures are needed to encourage a shift to cleaner sources of electricity generation (in particular wind and geothermal energy). Governments can also encourage greater use of public transportation to replace private cars and provide incentives for the introduction of electric vehicles and increase investment in their infrastructure. Such activities can reduce pollution from the energy sector and transportation.

These results emphasize the importance of implementing sustainable practices to protect the environment from the impact of various economic activities. In addition, one of the relevant measures, according to the modeling results, are measures to increase the level of urbanization of rural areas.

As for social sustainability, which is indicated by the HDI, the factors "GDP per capita" and "natural growth rate" have a significant impact on it, according to the modeling results. The influence of the factors characterizing the EQ is rather insignificant, which can be explained by insufficient integration of environmental indicators into the assessment of human development, as well as by insufficient awareness of the population about the long-term consequences of environmental problems. It is necessary to continue econometric studies, including more data, in order to further investigate the nature of interactions between the level of environmental pollution, health and life expectancy.

The regression outcomes examining China's regional socio-ecological-economic sustainability reveal significant correlations between multiple socioeconomic/environmental variables and economic indicators, while highlighting several crucial developmental patterns. The level of urbanization consistently has a strong positive impact on economic growth; while the impact of the population's education level (investment in education) is less significant, which may reflect changes in the labor market or the inefficiency of the education system. The results suggest that not only industry but also agriculture has a significant impact on the EQ (with the impact of the agricultural sector on the EQ being more pronounced compared to the industrial sector), and a more holistic (integrated) approach is needed to address environmental problems. The negative impact of the level of environmental pollution is constantly increasing, which is probably due to the cumulative effect. Special attention public policy should focus on intensifying

measures for the use of clean energy sources, primarily in the road transport sector, which will contribute to a more sustainable and environmentally friendly environment.

Econometric modeling offers critical insights into the sustainability of socio-environmental-economic development trajectories in Chinese regions and the key factors influencing them. This information is central to identifying priority areas for public policies aimed at achieving the 2030 Sustainable Development Goals. The statistical findings from econometric modeling demonstrate that provincial-level administrations in China must navigate intricate balancing acts among developmental objectives, ecological conservation, and societal advancement. Particularly significant is the mutually reinforcing relationship observed between environmental remediation expenditures and economic expansion, suggesting that ecological improvements can bolster financial viability. Furthermore, the progressively adverse economic consequences of environmental degradation during the 2008-2022 period emphasize the critical role of ecological preservation in sustaining economic performance over extended time horizons.

To formulate impactful sustainability-oriented policies, evaluating citizens' readiness to financially support environmental enhancement initiatives proves crucial. Such evaluation facilitates the harmonization of governmental measures with societal priorities while guaranteeing that ecological expenditures yield substantial benefits for both environmental conservation and economic advancement.

3.2 Identification of willingness to pay for the improvement of environmental quality of territories using hedonic and contingent tools of diagnostics of residents' preferences

The purpose of the economic assessment of structural components of the EQ of China's urbanized territories is to identify the value of individual components using objective and subjective methods, which allows to further take into account the EQ when making coordinated ecological-economic decisions aimed at increasing the level of sustainability of the dynamic trajectory of territorial development.

One of the important structural components of the EQ is the quality of water resources, including the quality of urban inland rivers. The identification of willingness to pay (WTP) for improving the quality characteristics of this component of the EQ was realized in the city of Nanyang in the southwest of China's Henan Province, through the entire territory of which the Baihe River flows (Fig. 3.7).

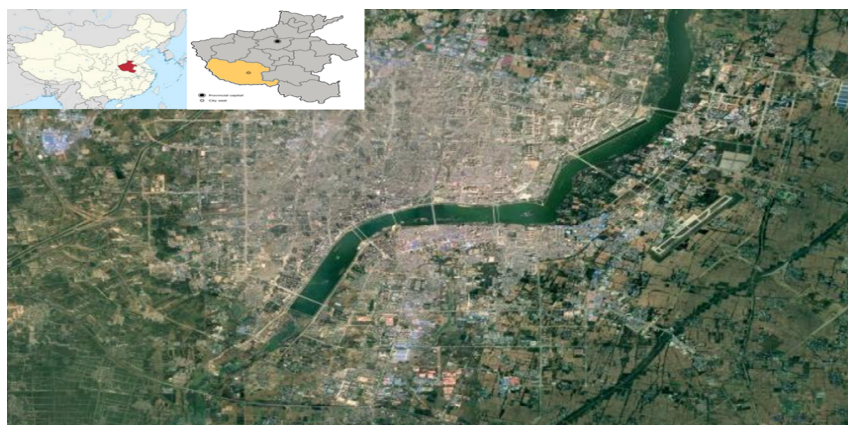


Figure 3.7. Nanyang city area²⁰⁴

²⁰⁴ Created by the author using Google Maps.

The choice of the type and variables of the hedonic pricing model was based on the results of actual case studies in Germany, Great Britain and Spain, on the experience of using certain indicators characterizing the quality of water resources. For example, Euler & Heldt conducted a study on watershed management using landscape in a as one of the key indicators of environmental governance²⁰⁵.

Sander and Polaski chose the presence of river views and property prices in Ramsey County as indicators of environmental amenities in a hedonic pricing model²⁰⁶.

In this study, river view is included in the hedonic pricing model as a key factor variable to assess the influence of this environmental attribute on real estate prices. In addition, in accordance with traditional Chinese concepts of "yin" and "yang", the location of residential properties as part of the river landscape is taken into account in the modeling. In China, people usually prefer real estate in the "yang" direction rather than the "yin" direction when making decisions. Nanyang City Center is located in the center of the Nanyang Basin and is surrounded by mountains on three sides. The topography extends from northwest to southeast, forming a horseshoe-shaped landscape open to the south. The area has four distinct

²⁰⁵ Euler J., Heldt S. From information to participation and self-organization: Visions for European river basin management. // *Science of the Total Environment*. - 2018. - C. 905-14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.072>.

²⁰⁶ Sander H. A., Polasky S. The value of views and open space: Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA. // *Land Use Policy* -2009. -№ 1. 3. – C. 837-45

seasons and abundant rainfall, with average annual rainfall ranging from 696.6 mm to 1149.8 mm.

Nanyang City is rich in water resources and has many rivers. Among them, the Baihe River, located in the southeast, is an important peripheral water system flowing through the city for 25.6 kilometers. In addition, there are also inland water systems such as the Sanli River, the Meixi River, the Wenliang River, the Twelve Mile River, the Yixi River and the Li River in the center of the city. These rivers flow from north to south and form a well-distributed interconnected network (Fig. 3.8).

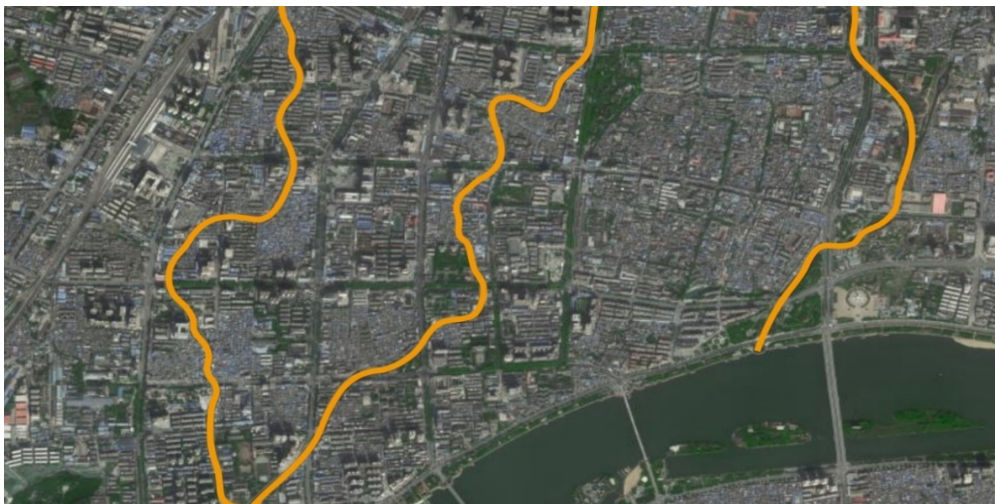


Figure 3.8. Map of inland rivers in Nanyang²⁰⁷

From January to June 2022, a survey was conducted among residents living within a 2 kilometer radius of the two inland rivers. In this study, 326 residents of were randomly selected as the target group based on the survey methods of urban

²⁰⁷Created by the author using Google Maps.

population^{208, 209}. The questionnaire procedure to collect information for the construction of the hedonic model took into account the fact that living within 2 kilometers of water sources has been shown to influence residents' recreational activity and river restoration²¹⁰. An analysis of the demographic characteristics of a sample of respondents - residents of two districts in Nanyang city using chi-square sample demographic tests^{211,212} revealed the key variables of the hedonic model - factors that influence willingness to pay for urban river restoration - the respondent's level of education, gender and age, their monthly income, the distance of their residence from the river, and employment status (Appendix 3, Tables 3.2, 3.3). The study also utilized statistical data from several sources. Information on real estate sales was taken from the Chinese real estate website Anjuke. Environmental data about the river was collected using Google Maps, and GIS software was used to measure distances.

²⁰⁸ Guimarães, L.F., Teixeira F.C., Pereira J.N., Becker B.R., Oliveira A.K.B., Lima A.F., Veról A.P., Miguez M.G. The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals. // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – C.128330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128330>.

²⁰⁹ Cheng P., Tang H., Zhu S., Jiang P., Wang J., Kong X., Liu K. Distance to river basin affects residents willingness to pay for ecosystem services: Evidence from the Xijiang river basin in China. // *Ecological Indicators*. – 2021. – C. [https://doi.org. 107691 /10.1016/j.ecolind.2021.107691](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107691).

²¹⁰ Zhang Z., Zhang H., Feng J., Wang Y., Liu K. Evaluation of Social Values for Ecosystem Services in Urban Riverfront Space Based on the SolVES Model: A Case Study of the Fenghe River, Xi'an, China. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. - 2021. - № 5. - P. 2765. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052765>.

²¹¹ Lindner J. R., Murphy T. H., Briers G. E. Handling Nonresponse In Social Research. // *Journal of Agricultural Education*. -2001. <https://doi.org/10.5032/jae.2001.04043>.

²¹² Adams D. C., Bwenge A. N., Lee D. J., Larkin S. L., Janaki R. R. Alavalapati Public preferences for controlling upland invasive plants in state parks: Application of a choice model. // *Forest Policy and Economics*. –2011. –№ 6. – C. 465-72 . <https://doi.org/10.1016/j.forpol..2011.04.003>.

The econometric analysis of the survey results used logistic models, a common method in economics for modeling discrete choices and estimating the probability that respondents will choose certain options.

Table 3.2. Quantitative characteristics of the variables of the model of willingness to pay for river recreation restoration²¹³

Variable designations	Essence	Number of observations	Average	Standard error	Min	Max
bid1	The value of willingness to pay is the first cash amount from 10 to 50 yuan	326	28.71	16.06	10	50
ans1	Willingness to pay 1: 1 = would be willing to pay; 0 otherwise	326	0.448	0.498	0	1
bid2	The second payment amount is from 5 to 55 yuan	326	28.19	16.65	5	55
ans2	Willingness to pay 2: 1 = would be willing to pay; 0 otherwise	326	0.475	0.500	0	1
Nochildren	Number of respondent's children under 12 years of age living in the home	326	2.408	0.766	1	4
freq	Frequency of respondent's visits to the river bank	326	2.429	1.476	0	5
time	Average duration of each visit in hours	326	2.067	1.399	0	5
recreation	Weekly participation in recreational activities: 1 = respondent participates in recreational activities weekly; 0 otherwise	326	0.896	0.306	0	1
inlandriverrecreation	Whether respondents choose the riverbank for recreation: 1 = respondent chooses to recreate on the riverbank; 0 otherwise	326	0.831	0.375	0	1

²¹³ Compiled by the author based on the results of calculations using Stata software.

Table 3.3. Quantitative characteristics of variables models willingness to pay for (ecological restoration of rivers)²¹⁴

Variable designations	Essence	Number of observations	Average	standard error	Min	Max
bid1	The value of willingness to pay is the first cash amount from 10 to 50 yuan	326	25.15	16.60	10	50
ans1	Willingness to pay 1: 1 = would be willing to pay; 0 otherwise	326	0.340	0.475	0	1
bid2	The second payment amount is from 5 to 55 yuan	326	23.56	17.15	5	55
ans2	Willingness to pay 2: 1 = would be willing to pay; 0 otherwise	326	0.414	0.493	0	1
aware	Respondents' awareness of the importance of river restoration (1 = don't know anything; 2 = know a little; 3 = know a little; 4 = know a lot)	326	2.387	0.972	1	4
water quality	Respondents' awareness of the importance of inland river water quality (1 = don't know anything; 2 = know a little; 3 = know a little; 4 = know a lot)	326	0.816	0.388	0	1
urbaneco	Respondents' awareness of the benefits of inland river ecosystems (1 = don't know anything; 2 = know a little; 3 = know a little; 4 = know a lot)	326	0.500	0.501	0	1

A double dichotomous choice question was used to determine the average WTP at alternative prices, which aims to reduce systematic error and improve the efficiency of econometric estimates compared to using a single dichotomous choice model²¹⁵. The results of the econometric estimation of willingness to pay for

²¹⁴Compiled by the author based on the results of calculations using Stata software.

²¹⁵ Hanemann M., Loomis J., Kanninen B. Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. // American Journal of Agricultural Economics. - --1991.№ 1. 4. - FROM. 1255-63. <https://doi.org/10.2307/1242453>.

ecological restoration of urban inland rivers, presented in Table 3.4, showed statically significant effects on willingness to pay for ecological restoration of the urban rivers by factors such as income and education level ($\beta= 8.27$ and 3.67 , respectively), distance from home to the river ($\beta = -1.87$), awareness of environmental issues ($\beta = 5.86$) and urban ecology ($\beta= 6.43$).

Table 3.4. Results of econometric estimation of willingness to pay for ecological restoration of urban inland rivers ²¹⁶

Variable	Regression coefficient β	Variable description
Level of education	3.67***	Positive significant effect on willingness to pay for environmental restoration. Higher level of education increases the likelihood of contributing financially to restoration efforts.
Gender	0.60	The gender of the respondent has a non-significant effect on the willingness to pay for improvements.
Age	-1.76	Older respondents are less willing to pay for river restoration or environmental improvements.
Income level	8.27***	Higher income significantly increases the willingness to pay for environmental initiatives
	-1.87	

²¹⁶Compiled by the author based on the results of calculations in Stata software.

Distance from the house to the river		The farther a respondent lives from the river, the less they are willing to pay to restore it
Employment status	0.52	Employment status has a small effect on willingness to pay.
Restoration of the river	5.86***	People who are more aware of environmental issues are willing to contribute financially to the restoration of rivers
Water quality	7.54	Awareness of water quality was not a statistically significant predictor
Urban ecology	6.43**	People with a higher level of awareness of urban ecology are more likely to support restoration
Model constant	-39.56***	A large negative constant indicates that, excluding other factors, willingness to pay is generally low
Number of observations	326	

Table 3.5 summarizes the results of the regression estimation of WTP for the restoration of inland rivers for recreational purposes. Two variables - education level and income level - have a statistically significant positive effect on willingness to pay, which is consistent with the results of the analysis of ecological restoration of rivers. Distance from the river home has a negative effect on the WTP for recreational restoration of urban inland rivers - the greater the distance, the lower the respondents' willingness to pay for recreational restoration of urban

inland rivers. In addition to these 3 factors, the number of children in the respondents' family (6.08), the number of weekly recreational trips to the river (4.12), and the duration of each recreational trip (2.94) also had a significant effect on the WTP.

Table 3.5. Results of econometric estimation of willingness to pay for recreational restoration of urban inland rivers²¹⁷

Variable	Beta	Variable description
Level of education	7.07***	Higher levels of education significantly increase river restoration payments.
Gender	1.26	The gender of the respondent has a non-significant effect on the willingness to pay for improvements.
Age	-1.82	Older respondents are less likely to pay for river restoration, but this relationship is not statistically significant.
Income level	11.11***	Income has a strong, positive, and significant impact on benefits; higher income leads to higher contributions.
Distance to the river	-3.38**	Distance has a negative impact, i.e. respondents farther from the river pay less for restoration.
Employment status	-0.50	Employment status does not have a significant impact on benefits.
Number of children	6.08***	Households with more children pay more for recreational restoration.

²¹⁷ Compiled by the author based on the results of modeling in Stata software.

Frequency of recreational activities	4.12***	The frequency of respondents' recreational activities increases their payments for river restoration.
Time	2.94**	The duration of recreational activities also has a positive effect on payoffs.
Choosing a riverbank for recreation	-6.40	Recreational participation on inland rivers does not have a significant impact on payments.
Model constant	-43.13***	It indicates that payments tend to be low in the absence of other influencing factors.
Number of observations	326	

Table 3.6 presents the results of the regression analysis using a logit model to estimate the probability of respondents agreeing to each level of payment rate depending on their characteristics. The final values of the average willingness to pay (WTP) for two types of urban river restoration works: ecological restoration (WTP_e) and recreational restoration (WTP_r)²¹⁸ were calculated using the maximum likelihood estimation method, which allows for efficient aggregation of responses and correction of possible errors in the bidding process. On average, respondents were willing to pay more for recreational restoration (CNY 21.26) than for ecological restoration (CNY 9.13). Highly significant z-scores and narrow

²¹⁸ The key variables in this analysis are coefficients, standard errors, z-scoefficients (z), p-values ($P > z$), and confidence intervals (95% confidence interval).

confidence intervals indicate that these results are robust and leave no room for variation outside of these ranges.

Table 3.6. Urban residents' willingness to pay for ecological and recreational restoration of inland rivers²¹⁹

	coefficient	Standard errors	z	P>z	[95% confidence interval]	
WTP_e	9.131342	1.717484	5.32	0	5.765135	12.49755
WTP_r	21.25621	1.372313	15.49	0	18.56652	23.94589

The main factors influencing the willingness to pay for river restoration for recreation are the frequency and duration of respondents' recreation. At the same time, respondents' basic knowledge of river ecological restoration and awareness of environmental quality significantly influenced their willingness to pay for ecological restoration.

The survey data show that respondents are characterized by a fairly high degree of awareness of the ecological benefits of urban inland river restoration and an even higher awareness of the effects of their recreational restoration. The difference in awareness explains the higher willingness to pay for recreational restoration of rivers compared to their ecological restoration.

The results show varying degrees of willingness of residents to pay for the two types of urban waterway restoration interventions. These results are consistent with previous studies that examined the willingness of urban residents to pay for

²¹⁹ Compiled by the author based on the results of modeling in Stata software.

each type of river restoration separately. Namely, residents' willingness to pay for river ecological restoration is mainly influenced by education and income levels, as well as awareness of the importance of water quality and restoration activities to improve it. This result is consistent with the findings of Isheng, R. et al.²²⁰, Kunwar et al.²²¹.

Regarding recreational restoration of the river, the results show that in addition to the factors influencing the WTP for ecological restoration (education and income levels, awareness of the importance of water quality and restoration activities), the willingness to pay for this type of restoration is significantly influenced by the distance from the riverbank and the frequency and duration of riverbank recreation. These results are consistent with studies by Llanos-Paes and Acuña²²², Lee et al.²²³.

Results of a survey of residents' willingness to pay for two types of restoration measures complement and expand the current base of ecological-economic decision-making aimed at improving the EQ, which entails an increase in the degree of sustainability of territorial development. The increase (expansion) of the base is primarily due to the identification of key socio-economic factors -

²²⁰ Ren Y., Lu L., Zhang H., Chen H., Zhu D. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin // *Journal of Cleaner Production*. -2020. – From. 122301. 10.1016/j.jclepro.2020.122301

²²¹ Kunwar S. B., Bohara A. K., Thacher J. Public preference for river restoration in the Danda Basin, Nepal: A choice experiment study *Ecological Economics*. -2020. -C. 106690. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106690>.

²²² Llanos-Paez O., Acuña V. Analysis of the socio-ecological drivers of the recreational use of temporary streams and rivers // *Science of the Total Environment*. -2022. -C. 150805. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150805>.

²²³ Lee F.Y. S., Ma A.T. H., Cheung L.T. O. Resident Perception and Willingness to Pay for the Restoration and Revitalization of Urban Rivers // *Water*. -2021. -№ 1. -C. 2649. <https://doi.org/10.3390/w13192649>.

determinants of urban residents' willingness to pay for different types of river restoration and the fact that respondents are more willing to pay for recreational river restoration and less willing to pay for ecological restoration. The identification of two factors influencing respondents' willingness to pay for restoration activities - distance from home to the river and number of children in the household (in the case of the econometric estimation of WTP for recreationally targeted river restoration) - should be considered as innovations²²⁴. These results have important implications for policy makers seeking to balance ecological and recreational goals.

The results of econometric estimation of factors affecting the difference in willingness to pay for ecological and recreational restoration of urban rivers²²⁵ (Table 3.7) indicate that higher level of education ($wtp_e = 0.253$, $wtp_r = 0.286$) significantly increases respondents' willingness to pay for both types of river restoration, but not significantly affect the difference between them. Respondent's age, employment status does not significantly affect either willingness to pay or the difference in WTP for 2 different types of restoration activities. A significant negative coefficient of $wtp_r(-0.326)$ on the "Distance from home to river" variable indicates that respondents living farther from the river are less willing to pay for recreational restoration. Respondents with higher income

²²⁴ This fact may be related to the high demand of children for recreational activities such as boating and riverside entertainment.

²²⁵ wtp_{dif} is the difference in WTP between recreational and ecological restoration, wtp_e is the WTP for ecological restoration and wtp_r is the WTP for recreational restoration.

levels are also more willing to pay for river water quality restoration for both ecological and recreational purposes. The difference in willingness to pay for the 2 types of restoration activities was most influenced by respondent gender and distance from home to the river.

Table 3.7. Results of econometric modeling of the difference of WTP for ecological and recreational restoration of the river.²²⁶

Variable	wtp_{dif}	wtp_e	wtp_r
Level of education	0.111	0.253***	0.286***
Gender	0.282*	0.209	0.501***
Age	0.00545	-0.0885	-0.0166
Distance from the house to the river	- 0.209***	-0.0345	-0.326***
Employment status	-0.00688	-0.00381	0.138
Income level	-0.0421	0.747***	0.237**
Model constant	-0.0972	- 2.780***	-0.548
Number of observations	326	326	326

The results of the study increase the research sophistication of the problem of ecological-economic valuation of EQ by providing empirical evidence of the difference in public preferences for river restoration purposes. The results show that people's willingness to pay for river restoration for recreational purposes (about 382.5 million yuan per year) exceeds their willingness to pay for river restoration for ecological purposes (about 165 million yuan per year). The use of a probabilistic model allowed us to identify the factors that definitize this difference

²²⁶ Compiled by the author based on the results of modeling in Stata software.

- income, education level, environmental awareness, and frequency of recreation on the river. These results underscore the importance for policy makers to consider the identified public preferences when designing and implementing river restoration programs.

The significance of the findings goes beyond the purely academic realm, as they provide valuable practical support for decision-making to ensure the sustainability of Nanyang City by developing a strategy that balances economic growth and environmental protection. Ultimately, the findings will serve as a valuable resource for promoting sustainable practices that are critical to the long-term well-being of Nanyang City and its residents.

3.3 Valuation of urban green spaces: a spatially weighted hedonic pricing approach

The solution to the problem of ensuring sustainable development of China's territories depends to a large extent on the intensity of introduction of "green" technologies into the system of urban management, including the policy of spatial development of urban green areas. Let us demonstrate by the example of "green", so-called "forest" cities, successfully developing in the People's Republic of China, that the introduction of the spatially weighted approach of hedonic pricing in the practice of urban planning will allow to overcome a number of existing limitations and improve the accuracy of economic evaluation of the area of green zones, which, accordingly, will improve the quality of urban environment in Chinese megacities - a significant factor in the sustainable development of urbanized areas.

Urban green spaces, including forests, grasslands and wetlands, are an integral part of the urban ecosystem. These areas provide environmental services such as pollution reduction, localized cooling and improved air quality. Despite their substantial benefits, the value of these spaces is not directly reflected in market prices. Therefore, understanding their economic contribution is crucial for the development of ecological-economic policies to achieve the 2030 Sustainable Development Goals.

The study uses a spatially-weighted hedonic pricing model to estimate the value of urban green spaces in 62 Chinese "forest" cities. China's National Forest City initiative reflects a strategic endeavor to align urban development with sustainability goals. National forest city is defined as an urban area where forest vegetation plays a central role in the ecosystem²²⁷.

The model accounts for the variation in house prices according to proximity to green spaces using spatial econometrics techniques to capture the effect of movement of residents between urban areas. The hedonic pricing model estimates how environmental characteristics such as green space affect real estate values. Spatial econometrics methods, such as the spatial autoregression (SAR) model, extend this analysis by looking at spatial relationships between cities.

The analytical framework incorporates longitudinal datasets spanning 2010-2018 (comprising 558 property transactions) from designated "forest

²²⁷ The area of green space in urban developed areas shall exceed 35% and the minimum green space shall be 33%.

cities," integrating both urban green space metrics and housing market indicators (including property values, square footage, construction year, directional orientation, interior quality, and surrounding amenities) (Appendix 4).

Examining the correlation and regression relationship between the area of green spaces and real estate prices allowed us to quantify the economic benefits of urban green spaces. The results provide valuable insights into the role of green spaces in sustainable urban development, emphasizing their contribution not only to the EQ but also to the economic vitality of cities.

The regression analysis of house prices in 62 Chinese "forest" cities revealed the following patterns (Table 3.8).

Table 3.8. Results of hedonic OLS modeling of price formation

VARIABLE.	OLS
Area of green areas	0.0978***
GDP per capita	0.0603***
Number of floors in the house	29.80
Provision of health care infrastructure	181.8
Provision of secondary education infrastructure	745.5***
Year built	-32.56
Orientation	87.13
Availability of repairs	-609.4
Transportation availability	-78.83
Model constant	64,748
Number of observations	558
R-squared	0.532

The area of green spaces has a significant positive effect: each additional square meter increases housing prices by 9.78% ($p < 0.01$). GDP per capita shows a similar effect - its increase by 1% causes an increase in prices by 6.03%. The

impact of educational infrastructure is also statistically significant: each school within a radius of 1 km increases prices by CNY745.5/m² ($p < 0.01$). The modeling results showed no significant impact on prices of other factors considered in the model. Thus, the area of green spaces and the provision of health infrastructure are key factors determining housing prices in environmentally oriented cities.

Spatial autoregressive analysis (SAR), spatial Durbin model (SDM) and spatial error model (SEM) analysis of housing prices in China's forest cities revealed the following key patterns (Table 3.9).

Table 3.9. Results of hedonic SAR, SDM, SEM modeling of pricing

VARIABLE.	SAR	SDM	SEM
GDP per capita	0.285***	0.267***	0.336***
Area of green areas	0.129***	0.122***	0.110***
Number of floors in the house	-0.000248	-0.000521	-0.000103
Provision of health care infrastructure	0.00365	0.00467	0.00407
Provision of secondary education infrastructure	0.0144***	0.0128***	0.00919***
Year built	-0.00274*	-0.00264*	-0.00244*
Orientation	0.00767	0.00341	0.00537
Availability of repairs	0.0202	0.00935	0.0166
Transportation availability	0.00202	0.00239	0.00153
Model constant	9.514***	11.29***	10.11***
Number of observations	558	558	558
R-squared	0.497	0.543	0.524

GDP per capita and green space area were the most significant factors. A 1% increase in GDP per capita according to the SAR model leads to a price increase of 0.285% ($p < 0.01$), while a 1% increase in green space increases prices by 0.129% ($p < 0.01$). Among social facilities, only the number of schools within 1 km radius

has a significant impact: a 1% increase in their number raises prices by 0.0144% ($p < 0.01$).

Overall, the results of the regression analysis indicate a significant positive effect of green space, GDP per capita and proximity to schools on housing prices in forest cities. Other factors such as the number of hospitals, building orientation and finish status also play a role, although their influence is not as pronounced in these models.

Integration of the spatial econometrics mechanism into the estimation model gives the obtained economic estimates a new property - the property of taking into account spatial heterogeneity. Taking into account the spatial factor in modeling allows to add to the results of econometric estimations the fact that housing prices have spatial autocorrelation, hence, the cost of housing in one city will depend on the prices of houses in neighboring cities.

Regression analysis of the housing market revealed a complex relationship between environmental, economic and social factors of urban development. The area of green spaces consistently demonstrates a positive impact on housing prices, confirming the importance of the environmental factor in urban planning. In parallel, the growth of GDP per capita not only increases real estate prices, but also enhances the ability of cities to invest in infrastructure and environmental projects. The provision of social infrastructure has a significant impact on housing costs, which indicates the importance of integrating social elements into the ecological-economic model of development. At the same time,

the negative impact of the age of buildings on prices emphasizes the need for continuous modernization of urban infrastructure.

The results of the study confirm the effectiveness of an integrated approach to urban development, where environmental sustainability, economic growth and social well-being are interrelated components of China's territorial development.

The statistically significant relationship between the price of housing and the area of green spaces revealed in this study can serve as a basis for justifying and developing environmentally effective municipal strategies for the spatial development of urbanized areas, as well as for changing the consumer behavior of citizens who are increasingly aware of the value of environmental attributes of the urban environment.

3.4 Identification of key directions for increasing sustainability of the dynamics of development of China's territories on the basis of improving the tools of ecological-economic assessment of environmental quality

The systematic ecological-economic evaluation of EQ for territorial sustainable development, particularly in the context of achieving the SDG 2030, has distinct characteristics. It is built upon three pivotal foundations: (1) Strategies to mitigate the adverse effects of escalating environmental pollution (particularly SO₂, CO₂ and solid waste) on GDP, underscoring the economic imperative of pollution control; (2) a significant public preference for recreational over environmental benefits in river restoration, as evidenced by a higher willingness to

pay for recreational improvements; and (3) a positive correlation between the area of urban green space, EQ and property values, which emphasizes the dual benefits of sustainability and ecological. Combining these findings, the study offers practical recommendations for policymakers and businesses to align economic development with sustainability, particularly through targeted pollution control, urban river restoration, and investment in green infrastructure.

The policy recommendations developed in this research possess specific applicability to "forest cities" and Nanyang as case study locations, reflecting their localized character. Conducting comparable ecological-economic analyses across diverse Chinese regions (encompassing northern, southern, eastern, northeastern, central, and southwestern urban areas) would allow for methodological customization according to regional specificities, thereby supporting the formulation of more geographically tailored policy interventions.

Concurrently, the study's proposed EQ assessment framework - incorporating: (1) GDP-pollution level correlation analysis, (2) valuation of public willingness-to-pay for recreational and environmental enhancements, and (3) spatial econometric modeling of urban green space economic value - offers a transferable paradigm for comprehensive evaluations in other Chinese cities and regions.

To address the *first challenge*, Chinese policymakers are encouraged to integrate area-specific pollution data into the PRC Green Development Index. This is particularly important for provinces such as Shandong and Hebei, where

pollution levels have proven to be the most damaging. In this way, policymakers will be able to tailor solutions to the unique challenges faced by different territories. For example, China's Law on the Promotion of Cleaner Production (2012) recommends the adoption of clean, low-emission production technologies subsidized by the National Development and Reform Commission, and increased investment in pollution control.

This recommendation is supported by the results of econometric modeling, which showed a clear negative regression relationship between GDP per capita and the level of environmental pollution (particularly SO₂, CO₂ and solid waste). Special attention should be paid to solving this problem in provinces where the major share of GDP is generated by coal, steel and chemical products, such as Hebei and Shanxi.

According to the Environmental Protection Act (2014), funding for pollution control initiatives in critical areas should be increased. This funding strategy can be further supported by expanding the National Clean Air Action Plan to implement stricter emission targets, especially in heavily industrialized provinces. Modeling results indicate that implementing these measures will not only enhance environmental quality but also drive economic expansion, creating a mutually beneficial scenario where both economic and environmental policies can be effectively advanced.

With the leading role of government agencies in shaping and implementing adaptive ecological-economic policies, public-private partnerships should be

actively developed to encourage businesses to address pressing environmental issues. To motivate businesses to cut carbon emissions, it's effective to expand the Emissions Trading System (ETS) from pilot regions to more industrial sectors, providing them with economic incentives. By trading surplus emission allowances, companies can benefit financially while contributing to emission reduction targets.

Urban policies should not only aim to reduce pollution, but also to address social problems arising from rapid urbanization (such as income inequality) and achieve social justice imperatives. China's urban development strategies should be coordinated with the National New Urbanization Plan (2018-2025), emphasizing the establishment of eco-friendly, low-carbon urban systems powered by clean energy sources. Targeted measures in cities such as Guangzhou and Nanjing, where the balance between urban development and deteriorating EQ is particularly delicate, will be critical to maintaining both economic growth and environmental sustainability.

In addition to pollution control and increasing urbanization, the study also highlights the significant positive impact of R&D investment on both economic and environmental performance. Provinces with high levels of R&D investment, such as Zhejiang, show higher EQ coupled with sustained economic growth. These results suggest that policymakers should prioritize green technology R&D through initiatives such as Made in China 2025, especially in regions where economic growth is constrained by high pollution levels, such as Shanxi and Liaoning. Expanding government support for clean technology through the High Technology

Development Program (863 Program), can promote environmentally-oriented industrial transformation in these regions. Additionally, financial mechanisms under China's Environmental Taxation Framework should be expanded to incentivize corporate investment in pollution-abatement innovations, especially for carbon-heavy industries such as metallurgical and fossil fuel sectors. These measures would simultaneously drive industrial modernization while facilitating the shift toward greener production paradigms.

In addition, the study emphasizes the importance of investments in renewable energy, especially in regions that are heavily dependent on non-renewable resources. The Renewable Energy Law (2009) provides incentives for such investments by energy-intensive industries. Waste management companies should make use of the opportunities provided by the Law on the Development of Circular Economy (2009) to enhance recycling systems and waste-to-energy technologies, thereby enhancing the quality of the environment. Such targeted investments are not only consistent with government policy but also provide long-term economic benefits as the industry transitions to more sustainable practices.

The results of the econometric model at the community level highlight the necessity of enhancing public awareness and involvement in environmental protection decision-making, particularly in areas where pollution levels directly affect the quality of life. Provinces such as Beijing and Tianjin, which have high SO₂ and CO₂ emissions, face serious environmental problems. Local governments in these regions should strengthen the enforcement of the Air Pollution Prevention

and Control Action Plan (2013) by focusing on improving air quality. Enhancing public health initiatives to raise awareness about the long-term health risks linked to pollution exposure, alongside promoting sustainable behavioral shifts such as reducing reliance on personal vehicles, will be critical to achieving sustained improvements in air quality. Encouraging public participation in locally organized environmental projects, such as citywide tree-planting campaigns and resident-led recycling programs, can substantially enhance the effectiveness of governance measures while cultivating stronger ecological consciousness within communities.

In addition to these environmental concerns, the study points to income inequality as a significant barrier to achieving sustainable development. The model shows that urban-rural income inequality is a key factor hindering social sustainability. This finding confirms the importance of policies under the Rural Revitalization Strategy that aim to improve access to education, health and infrastructure in rural areas. By expanding economic opportunities for the rural population, especially in provinces with high levels of inequality, the government can promote a more inclusive development model. These efforts will not only improve social welfare, but also contribute to long-term economic sustainability by reducing inequalities that might otherwise hinder future growth.

The execution of the aforementioned measures will undoubtedly enhance the economic viability and sustainability of territorial strategies, thereby advancing the attainment of both national and global sustainable development objectives.

Concerning the *second key issue*, modern restoration of municipal aquatic systems has emerged as a crucial approach for enhancing local ecological quality across Chinese regions, aligning with sustainability targets. State environmental restoration projects not only rehabilitate vital natural resources but also contribute to increasing the level of urban areas' resilience to climate change.

The results of the study on river restoration in Nanyang show that residents are significantly more willing to pay for recreational river restoration (RMB 255.12 per person per year) compared to ecological restoration (RMB 109.56 per person per year). This indicates local governments should prioritize recreational infrastructure in river restoration projects. Policymakers ought to emphasize the creation of multifunctional waterfront areas designed to accommodate community leisure needs, including the installation of pedestrian trails, public gardens, and recreational facilities, while incorporating natural elements such as vegetation corridors and native plant species. Such integrated planning simultaneously advances societal welfare and improves ecosystem vitality, facilitating a synergistic relationship between metropolitan expansion and biodiversity conservation. In this way, public satisfaction and involvement in projects can be increased, which will be in line with societal preferences. To finance the activities, the government could introduce public environmental levies (based on the identified willingness to pay of residents), possibly linked to property taxes for residents living near the restored riverbanks. These funds could be channeled specifically to urban river restoration, ensuring transparency and building public trust.

By linking these efforts to China's "Ecological Civilization" policy, investments in urban green infrastructure can be justified. Urban planners can use this policy to support the financing of green urban spaces. By developing the ecological and recreational functions of rivers, urban planners can contribute to the broader national goal of sustainable urban development while meeting the immediate needs of local residents. This dual focus ensures that the riverbanks restored are not only environmentally sound, but also serve as vital public spaces that enhance urban livability.

It is also necessary to involve business entities located near riverbanks in the implementation of restoration projects that take into account the identified preferences of urban residents, which will enhance their business reputation and at the same time contribute to the improvement of the EQ. These actions are beneficial to businesses, as the PRC Green Tax Law provides tax incentives for businesses that reduce their environmental impact. These collaborative arrangements between municipal businesses and governmental entities exemplify productive public-private alliances, demonstrating how CSR (Corporate Social Responsibility) initiatives can be strategically harmonized with societal demands and the nation's sustainability objectives.

A study on river restoration has shown that the willingness of residents to pay for river restoration depends largely on their proximity to the river, with those who live closer willing to contribute more. This presents an opportunity for the government to actively involve residents in the planning and implementation of

river restoration projects. By engaging communities through volunteer programs, planning processes, governments can increase local participation in addressing pressing issues. Illustratively, initiatives such as "Aquatic Ecosystem Guardianship" could be established, enabling community members to engage in voluntary conservation activities including riparian vegetation planting and waste removal along waterway peripheries.

In addition, the lower (compared to recreational restoration projects) WTP rate for ecologically targeted restoration projects indicates the need to raise public awareness of the long-term ecological benefits of river restoration. Educational campaigns should be organized to raise awareness of how improving water quality and biodiversity enhances not only the EQ but also the quality of life of urban residents. Collaboration with local schools, community groups and the media can help spread the message and potentially increase willingness to pay for environmental improvements.

A comparison can be made between the willingness to pay of the residents of Nanyang City and the WTP populations of other urban areas in China that have successfully integrated ecological and recreational restoration projects. In cities such as Hangzhou, river restoration has not only improved water quality and biodiversity, but also promoted local tourism and recreation. For example, the restoration of the West Lake in Hangzhou combines ecological restoration and tourism development, attracting both residents and tourists to enjoy the natural

beauty of the area. This has led to an increase in WTP among residents and visitors, creating a self-sustaining cycle of ecological-economic benefits.

In contrast to Hangzhou, urban management rehabilitation projects in Nanyang are predominantly aimed at meeting the immediate needs of residents rather than attracting tourists. There is a need to expand the focus of urban river rehabilitation to include making recreational facilities more attractive to residents in different parts of China. For example, the development of riverside restaurants, boat rides, or other tourist attractions could stimulate additional investment in restoration projects, as well as promote the city's natural assets as part of its urban identity.

Urban river restoration should not be seen as a stand-alone activity, but as part of an integrated approach to improving urban resilience, sustainability and livability. Using the high level of WTP for recreational improvements as a source of funding, Nanyang management can fund projects that not only improve the riverfront but also address other sustainability issues such as flood management, pollution reduction, and green public spaces by participating in China's national Sponge City Initiative, which aims to improve urban water management through the use of green infrastructure.

In addition, integrating river restoration projects into an overall urban planning strategy can contribute to China's goal of carbon neutrality by 2060. Projects that improve river ecosystems, such as planting trees or creating wetlands, sequester carbon and improve air quality, as well as provide valuable public

amenities. Through this holistic approach, investments in river restoration not only meet the immediate recreational and environmental needs of the community, but also contribute to the long-term sustainability and viability of the city.

Regarding the resolution of the *third challenge*, research findings indicate that urban vegetation systems provide dual benefits: they enhance municipal environmental conditions while simultaneously stimulating economic growth through property appreciation and investment attraction. This underscores their fundamental importance in sustainable city development and establishes compelling financial motivations for adopting ecological infrastructure. Urban designers are consequently advised to integrate green areas as essential elements in metropolitan planning frameworks.

At the same time, the assessment of the value of urban green areas using spatially weighted econometric models of hedonic pricing revealed the so-called "spatial spillover" effect - the spread of the ecological effect from the greening of the territory to neighboring cities, which obviously indicates the need to expand the boundaries of territorial planning, the creation of continuous green corridors, ensuring the joint use of ecological-economic benefits of green spaces on the territory of neighboring cities.

A systematic approach to ecological-economic evaluation of EQ not only promotes urban development but is also in line with China's Air Pollution Prevention and Control Action Plan, which emphasizes the role of urban green spaces in reducing pollution. Urban planners should leverage the findings of this

study to advocate for increased investment in green infrastructure, underscoring the dual advantages of boosting property values and enhancing public health through reduced air pollution. Meanwhile, developers can utilize the study's insights to pinpoint the optimal size and arrangement of green spaces, such as parks, rooftop gardens, or community green areas, in order to maximize investment returns. Overall, the results of the urban green space study give stakeholders a competitive advantage in a real estate market that is increasingly taking environmental considerations into account. Developers emphasizing proximity to green spaces can make their projects stand out, attracting buyers and investors who favor sustainable habitats. Urban builders acting in accordance with the Chinese Government's strategic documents on promoting green urban and rural construction development, as well as the Three-Star Green Building Mark certification criteria, will enhance the market attractiveness and economic potential of green projects.

The urban green space study also highlights the link between green space valuation and sustainable development. By showing that urban green infrastructure can contribute to both environmental sustainability and real estate market growth, the study's findings directly support China's goal of transitioning to a green economy outlined in the 13th Five-Year Plan. By integrating green space into urban development, China can achieve balanced growth that meets both economic and environmental goals. The positive impact of green space on property values further highlights the financial benefits of sustainable urbanization and provides an

example of how cities can grow without compromising ecological integrity. These results provide a roadmap for aligning economic growth with environmental protection to make cities in China more livable, equitable, and sustainable.

CONCLUSION

The realized dissertation research recreates a multidimensional cross-disciplinary research paradigm of analytics of ecological-economic assessment of environmental quality considered as a natural basis for sustainable development of territories in China. Based on the system-analytical approach, a conceptual model of ecological-economic assessment of EQ as a tool to improve the sustainability of territorial development in China was developed. The research validated the imperative of employing a comprehensive methodology for environmental-economic evaluation, incorporating geospatial examination and non-market valuation principles for ecosystem quality elements. This establishes a foundation for innovative approaches to enhance regional development sustainability. By combining the methods of hedonic pricing, contingent valuation and spatial econometric model, the study proposed and justified a conceptual model of holistic ecological-economic valuation, which measures the non-market value of the environment more accurately (compared to existing ones) and provides a scientific basis for policy decisions.

The academic contribution of this research is manifested through the creation of a comprehensive theoretical model for integrated EQ evaluation, incorporating geographical variations specific to China's diverse regions. In the course of the study, using the hedonic method and the method of conditional valuation, the key factors determining the willingness of residents to pay for improving the quality of the natural environment were identified. In addition, a comprehensive urban green

space valuation tool combining the spatially-weighted hedonic pricing method and dynamic analysis of the spatial development of urbanized areas is proposed. Based on the results of the study, the priority directions for improving the mechanism of ecological-economic assessment of the territory's EQ in the context of China's sustainable development strategy are substantiated.

The theoretical and practical significance of the study is reflected in several aspects. Firstly, the theoretical provisions can be used for further development of methods of ecological-economic assessment of EQ, especially in highly urbanized countries. Second, the results of the study can be useful for ecological-economic policy makers as they provide conceptual and empirical evidence of the economic value of urban green spaces and inland rivers valued using non-market instruments (hedonic pricing model and contingent valuation model). These results provide policymakers with a solid basis for regulations mandating the incorporation of public preferences into ecological-economic decision-making and the inclusion of green spaces in urban development, especially in densely populated areas where land is limited, and the economic benefits of green spaces are significant. The positive spatial effects identified by the spatial error model emphasize the need for coordinated development of green spaces in several municipalities to maximize the ecological-economic benefits in the region.

The results of the study can directly inform the formulation of measures to achieve China's goal of transitioning to a green economy as articulated in the 13th Five-Year Plan, as well as UN Sustainable Development Goals 11 "Sustainable

Cities and Communities" and 15 "Life on Earth". Integrating green spaces into urban development allows China to achieve balanced growth that meets both economic and environmental goals. The positive impact of green spaces on property values further highlights the financial benefits of sustainable urbanization and serves as an example of how cities can grow without compromising ecological integrity.

Finally, the results of the spatial econometric evaluation show that the benefits of green spaces extend beyond individual cities, emphasizing the need for a regional approach to green infrastructure investment. This is consistent with China's Regional Coordinated Development Strategy, which aims to reduce urban-rural disparities by ensuring equal access to infrastructure and resources.

The dissertation yields three principal findings of substantial theoretical and applied relevance, which prove instrumental in shaping sustainable territorial development strategies across China:

- First, the results of econometric analysis showing a clear negative correlation-regression dependence of GDP per capita on the quality (level of pollution) of the environment, which indicates the need to tighten measures to combat pollution

- Second, the higher willingness of the public to pay for recreational river restoration than for environmental benefits suggests that policy makers should prioritize the creation of multifunctional riverbanks that provide both public enjoyment and ecological sustainability;

- Third, the results show a strong positive impact of urban green space on both environmental health and real estate value, making it an important component of sustainable urban planning. These results provide a roadmap for harmonizing economic development and environmental protection to make cities in China more livable, equitable, and sustainable.

LIST OF SOURCES USED

1. Federal Law of 10.01.2002 N 7-FZ (as amended on 25.12.2023) "On Environmental Protection (as amended and supplemented, entered into force on 01.01.2024)". URL:
https://groro.rpn.gov.ru/upload/iblock/c36/1uqy3p77dfbriu9rca9zrwgryzezl9mk/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7_FZ-_red.-ot-25.12.2023.pdf (accessed on 02.04.2024)
2. Bobylev S.N. Low-carbon development priorities for China / S.N. Bobylev, A.V. Baraboshkina, S. Zhu // Public administration. Electronic Bulletin. – 2020. – No. 82. – P. 114-139.
3. Bobylev S.N. Air quality as a priority for the new economy / S.N. Bobylev, S.V. Solovieva, M. Astapovich // The world of the new economy. – 2022. – Vol. 16. – No. 2. – P. 76-88.
4. Bobylev S.N. Economic assessment of natural resources and services / S.N. Bobylev, A.V. Stetsenko // Bulletin of Moscow University. Series 6: Economy. 2000. No. 1. P. 105-112.
5. Bobylev S.N. Macroeconomic assessment of costs to health of the Russian population from environmental pollution / Bobylev S.N., Sidorenko V.N., Safonov Yu.V., Avaliani S.L., Strukova E.B., Golub A.A. - M.: World Bank Institute, Nature Protection Fund, 2002.

6. Golub A., Markandiya A., Strukova E., Mason P., Safonov G., Hunt A. Economics of the environment and natural resources: Textbook for universities. - M.: Higher School of Economics, 2002.
7. Goffman K.G. Development of systems for comprehensive assessment of the natural part of national wealth / K.G. Goffman, E.V. Ryumina, A.A. Gusev, A.A. Golub, G.A. Motkin // Scientific report of the Institute of Market Problems of the Russian Academy of Sciences. 1992. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r92-0057.htm>
8. Guzev M.M. Economic problems and the mechanism of environmentally sustainable development: federal and regional aspects. Dissertation for the degree of Doctor of Economics. Rostov-on-Don. - 1997.
9. Denisov V.I. On modern problems of greening nature management in the agro-industrial complex of Russia / V.I. Denisov, I.M. Potravny // Economic science of modern Russia. - 2019. - No. 4. - P. 99-112.
10. Dixon D., Skura L., Carpenter R., Sherman P. Economic analysis of environmental impacts // Translated from English by A.N. Salnikova, S.S. Shalypina. - M.: Publishing house "Vita-Press". – 2000.
11. Dong I. Ecological and economic assessment of environmental quality as a natural basis for sustainable development of territories: conceptual and categorical analysis / I. Dong // State and municipal administration. Scientific notes. – 2024. – No. 3. – P. 32-40.

12. Dong I. Assessment of the ecological quality of the urban environment using the hedonic pricing method / I. Dong // State and municipal administration. Scientific notes. – 2022. – No. 2. – P. 272-280.
13. Dong I. Ecological and economic assessment of the environmental quality of China's territories on the conceptual basis of the total economic value of nature / I. Dong, E.I. Lazareva // State and municipal administration. Scientific notes. – 2024. – No. 4. – P. 115-123
14. Zengina T. Yu. Ecological and economic value of the Baikal natural territory: formation factors and assessment approaches / T. Yu. Zengina, S. M. Nikonorov // Journal of Economic Regulation. – 2020. – Vol. 11. – No. 3. – P. 49-65.
15. Ketova N.P. Managing the implementation process of environmental policies of smart cities / N. P. Ketova // Creative Economy. – 2023. – Vol. 17. – No. 3. – P. 883-900.
16. Kosolapova N.A. Economic aspects of assessing the development of basin water management complexes: a regional approach / N.A. Kosolapova, E.A. Likhatskaya, E.V. Maslyukova // Research in the Natural Sciences and Humanities. - 2021. - No. 38 (6). - P. 207-215.
17. Lazareva E.I. A New Look at the Specification of Natural Capital in the Context of the Strategy of Sustainable and Innovative Economic Development / E.I. Lazareva // Azimuth of Scientific Research: Economics and Management. - 2016. - Vol. 6. - No. 4. - P. 150-154.

18. Lazareva E.I. Ecological and Economic Assessment of the Quality of the Urban Environment in the System of Instruments for Sustainable Development of Territories: A Model Approach / E.I. Lazareva // Research in the Natural Sciences and Humanities. - 2025. - No. 1. - P. 280-286.
19. Lazareva E.I. Innovative Economic Technologies for State Management of Environmental Quality in the Region / E.I. Lazareva, S.A. Bugayan // Science and education: economy and economics, entrepreneurship, law and management. - 2016. - No. 75. - P. 19-24.
20. Lazareva E.I. Innovative nature-saving technologies "smart transport" in the system of sustainable management of a megalopolis / E.I. Lazareva, A.A. Gevorgyan // State and municipal administration. Scientific Notes. - 2022. - No. 2. - P. 21-28.
21. Lazareva E.I. Ecological parameterization of trajectories of integration-cluster regional policy of innovative growth / E.I. Lazareva // Economics of nature management. - 2008. - No. 3. - P. 71-85.
22. Lazareva E.I. Human-centered reboot of green urban ecosystem management in the context of digitalization / E.I. Lazareva, D.A. Shevchenko // International Journal of Economics & Business Administration. – 2023. – No. 3. – P. 56-66.
23. Lazareva E.I. Socio-ecological-economic assessment of sustainability in management development of the region based on econometric modeling / E.I. Lazareva, I. Dun // Drucker Bulletin. - 2020. - No. 5. - P. 176-188.

24. Lysochenko A.A. Strategic priorities in the management of the regional ecological ecosystem / A.A. Lysochenko, N.P. Ketova, V.N. Ovchinnikov // Bulletin of the Institute of Friendship of the Peoples of the Caucasus (Theory of Economics and Management of the National Economy). Economic sciences. - 2024. - No. 1 (69). - P. 144-150.
25. Medvedeva O.E. Methodological approaches to the valuation of the contribution of specially protected natural areas to the sustainable development of mountainous regions / Medvedeva O.E., Pavlov A.N. // Regional Economics: Theory and Practice. 2024. Vol. 22. No. 8 (527). P. 1580-1598.
26. Magaril E.R. Methodological approach to ecological and economic assessment of biogas energy projects / E.R. Magaril, L.D. Gitelman, A.P. Karaeva, A.V. Kiselev, M.V. Kozhevnikov // Journal of Applied Economic Research. 2022. Vol. 21. No. 2. P. 217-256.
27. Mekush G.E. Ecological and economic assessment of the sustainability of regional development (on the example of the Kemerovo region). Dissertation for the degree of Doctor of Economics / Moscow State University named after M.V. Lomonosov. Kemerovo, 2007.
28. Mikheeva A.S. Assessment of ecological and economic sustainability of territorial natural and economic systems / A.S. Mikheeva, S.N. Ayusheeva, T.B. Bardakhanova, N.B. Botoeva, E.Ts. Sadykova // Moscow Economic Journal. - 2022. - Vol. 7. - No. 9.

29. Motkin G.A. Fundamental foundations for determining the economic assessment of environmental protection functions of ecosystems / G.A. Motkin, A.A. Gusev, E.V. Ryumina, et al. // Scientific report of the Institute of Market Problems of the Russian Academy of Sciences. 2011, Revised 2012-03-05. URL: <http://www.ipr-ras.ru/reports/r11-0371.htm>
30. Nikonorov S.M. Theoretical and methodological approaches to the ecological and economic assessment of the Baikal territory / S.M. Nikonorov, S.N. Kirillov, S.V. Solovieva, A.A. Pakina // Management and Business Administration. 2019. No. 3. P. 40-56.
31. Nikonorov S.M. Transition to Sustainable Development of Cities and Regions of the Baikal Natural Territory and the Arctic Zone of the Russian Federation / S.M. Nikonorov, S.N. Kirillov, M.V. Slipenchuk // Management and Business Administration. - 2020. - No. 4. - P. 37-46.
32. Nikonorov S.M. Mechanisms for the Transition to Sustainable Development of Cities and Regions of the Middle Volga Region / S.M. Nikonorov, S.V. Solovieva, K.S. Sitkina, D.D. Nyudleyev // Management and Business Administration. – 2020. – No. 1. P. 4-13.
33. Ovchinnikov V.N. Institutional and market-economic instruments for integrating natural resource assets into the value chain of the ecosystem functioning management mechanism / V.N. Ovchinnikov // Bulletin of Adyghe State University. Series: Economy. – 2022. – No. 4 (310). – P. 82-88.

34. Ovchinnikov V.N. Reproductive approach to managing the sustainability of development of natural economic ecosystems in new realities / Ovchinnikov V.N., Ketova N.P. // Journal of Economic Regulation. – 2022. – Vol. 13. – No. 4. – P. 99-107.
35. Polyakova E.Yu. Methodology for assessing the quality and comfort of the urban environment / E.Yu. Polyakova, N.I. Lyakhova, O.A. Novikova // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2021. No. 11. P. 303-308.
36. Ponomareva M.A. Environmental quality as a factor in the formation of structural and spatial priorities / M.A. Ponomareva, V.S. Avakyan // Bulletin of the Rostov State University of Economics (RINH). - 2019. - No. 1 (65). - P. 63-69
37. Skobelev D.O. Environmental well-being and capitalization of natural resources / D.O. Skobelev, S.N. Bobylev, G.A. Belozarov, E.V. Kuzmina // Natural Sciences and Humanities. - 2025. - No. 1. - P. 354-360.
38. Ubisheva N.Zh. Justification of environmental protection policy based on socio-economic assessment of socially significant natural resources. Dis. for the degree of candidate of economic sciences / State University of Management. Moscow, 2008.
39. Sustainable urban development: collective monograph / edited by K.V. Papenov, S.M. Nikonorov, K.S. Sitkina. - M. : Faculty of Economics, Moscow State University. Lomonosov, 2019. -- 288 p.
40. Chernova O.A. Assessment of the impact of digitalization on the environmental sustainability of old industrial regions of the Southern Federal District / O.A.

Chernova, I.V. Mitrofanova // Regional Economy. South of Russia. - 2023. - No. 1.
- P. 135-145.

41. Chernova O.A. Ecosystem services of water bodies in ensuring sustainable development of the region / O.A. Chernova // Regionology. – 2022. – V. 30. – No. 3 (120). – P. 586-601.

42. Assessment of the contribution of protected areas to the socio-economic development of the region.

Methodology and techniques / Shevchuk A.V., Medvedeva O.E., Tolstouhova I.S. et al. – Moscow: Roliks, 2024. 200 p.

43. 5 Pressing Environmental Issues China Is Dealing with in 2024. – 2024.
<https://earth.org/>.

44. Abdellah S., Mehdi K. Integration of Heat Pipe Solar Water Heating Systems with Different Residential Households: An Energy, Environmental, and Economic Evaluation // Case Studies in Thermal Engineering. – 2020. – № 21. – P. 100662.

45. Adams D. C., Bwenge A.N., Lee D. J., Larkin S. L., Janaki R.R. Alavalapati Public preferences for controlling upland invasive plants in state parks: Application of a choice model // Forest Policy and Economics. – 2011. – № 6. – C. 465-72.

46. Adhikari B. Market-Based Approaches to Environmental Management: A Review of Lessons from Payment for Environmental Services in Asia // ADBI Working Paper. – 2009.

47. Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang B. An Environmental Impact Assessment of Economic Complexity and Energy Consumption: Does Institutional

- Quality Make a Difference? // Environmental Impact Assessment Review. – 2021.
– № 89. – P. 106603.
48. Alejandro, L.F. Introduction to Contingent Valuation Using Stata // Stata Users Group. – 2013. – C. 41018.
49. Aleskerov F., Bouyssou D., Monjardet B. Utility Maximization, Choice and Preference // Springer Berlin Heidelberg. – 2007.
50. Atkinson S. E., Halvorsen R. The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities // Journal of Public Economics. – 1986. – Issue 29. – № 3. – P. 281-294.
51. Bamwesigye D., Hlavackova P., Sujova A. et al. Willingness to Pay for Forest Existence Value and Sustainability // Sustainability. – 2020. – № 13. – C. 891.
52. Banzhaf H.S. Consumer Surplus with Apology: A Historical Perspective on Nonmarket Valuation and Recreation Demand // Annual Review of Resource Economics. – 2010. – Issue 2. – № 1. – P.183-207.
53. Bartik T. J. Evaluating the Benefits of Non-Marginal Reductions in Pollution Using Information on Defensive Expenditures // Journal of Environmental Economics and Management. – 1988. – Issue 15. – № 1. – P. 111-127.
54. Bateman I. J. Kling C. L. Revealed Preference Methods for Nonmarket Valuation: An Introduction to Best Practices // Review of Environmental Economics and Policy. – 2020. – Issue 14. – № 2. – P. 240-259.
55. Bateman I.J., Turner R.K. Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method // CSERGE Working Paper GEC. – 1992. – vol. 92.

56. Bengt K. Valuing environmental benefits using the contingent valuation method: an econometric analysis. 1990.
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-90578>.
57. Bennett J., Blamey R. The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation // New Horizons in Environmental Economics series. – 2001.
58. Bernardo A.B.O., Moore F. C. Use and non-use value of nature and the social cost of carbon // Nature. – 2020. – № 1.2. – C. 101-108.
59. Bhattacharjee A., Chris J.-B. Estimation of Spatial Weights Matrix in a Spatial Error Model, with an Application to Diffusion in Housing Demand // CRIEFF Discussion Papers. – 2005. – № 0519. – C. 13-15.
60. Binder S. Is Existence Value Appropriate for Regulatory Benefit-Cost Analysis? // Journal of Benefit-Cost Analysis. – 2020. – № 3. – C. 441-56.
61. Bishop K. C., Kuminoff N.V., Banzhaf H. S., Boyle K. J., Gravenitz K. v., Pope J.C. Best Practices for Using Hedonic Property Value Models to Measure Willingness to Pay for Environmental Quality // Review of Environmental Economics and Policy. – 2020. – № 1.2. – C. 260-81.
62. Bockstael N. E., Hanemann W. M., Kling C. L. Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework // Water Resources Research. – 1987. – № 5. – C. 951-60.
63. Boori M.S. et al. Eco-Environmental Quality Assessment Based on Pressure-State-Response Framework by Remote Sensing and GIS // Remote Sensing Applications: Society and Environment. –2021. – № 23. – P.100530.

64. Bos F., Ruijs A., Quantifying the Non-Use Value of Biodiversity in Cost-Benefit Analysis: The Dutch Biodiversity Points // *Journal of Benefit-Cost Analysis*. – 2021. – № 2. – C. 287-312.
65. Boud D., Soler R. Sustainable Assessment Revisited // *Assessment & Evaluation in Higher Education*. – 2016. – Issue 41. – № 3. – P.400-413.
66. Boxall P. C., Adamowicz W. L., Swait J., Williams M., Louviere J. A Comparison of Stated Preference Methods for Environmental Valuation // *Ecological Economics*. –1996. – Issue 18. – № 3. – P.243-253.
67. Brasington D.M., Hite D. Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis // *Regional Science and Urban Economics*. – 2005. – № 1. – C. 57-82.
68. Brookshire D. S., Crocker T.D. The advantages of contingent valuation methods for benefit-cost analysis // *Public Choice*. – 1981. – № 1.2. – C. 235-52.
69. Brown J., Fraser M. Approaches and Perspectives in Social and Environmental Accounting: An Overview of the Conceptual Landscape // *Business Strategy and the Environment*. – 2006. – Issue 15. – № 2. – P. 103-117.
70. Brown T.C. Introduction to Stated Preference Methods // *A Primer on Nonmarket Valuation of Non-Market Goods and Resources*. – 2003. – P. 99-110.
71. Brunette M., Costa S., Lecocq F. Economics of species change subject to risk of climate change and increasing information: a (quasi-)option value analysis // *Annals of Forest Science*. – 2014. – № 2. – C. 279-90.
72. Carlos A.R. Sustainability and Sustainable Development: A Review of Principles and Definitions // *Science of The Total Environment*. – 2021. –№ 786. – P. 147481.

73. Cascetta E. Random Utility Theory // *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*. – 2001. – P. 95-173.
74. Chakraborty K. S., Chakraborty A., Berrens R. P. Valuing soil erosion control investments in Nigerian agricultural lands: A hedonic pricing model // *World Development*. – 2023. – № 17. – C. 106313.
75. Chen C., He G., Lu Y. Payments for Watershed Ecosystem Services in the Eyes of the Public, China // *Sustainability*. – 2022. – № 15. – C. 9550.
76. Cheng P., Tang H., Zhu S. et al. Distance to river basin affects residents willingness to pay for ecosystem services: Evidence from the Xijiang river basin in China // *Ecological Indicators*. – 2021. – C. 107691.
77. Clarke, C.A., Sheppard, P. M. A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment // *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*. – 1997. – № 1001. – C. 424-39.
78. Cliff A. D., Ord K. Spatial Autocorrelation: A Review of Existing and New Measures with Applications // *Economic Geography*. – 1970. – № 46. – C. 269-92.
79. Coe J.M., Antonelis G., Moy K. Taking control of persistent solid waste pollution // *Marine Pollution Bulletin*. – 2019. – № 139. – P. 105-110.
80. Crawford I., Rock B.D. Empirical Revealed Preference // *Annual Review of Economics*. – 2014. – Issue 6. – № 1. – P. 503-524.

81. Dahal R. P., Grala R. K., Gordon J.S. et al. A hedonic pricing method to estimate the value of waterfronts in the Gulf of Mexico // *Urban Forestry and Urban Greening*. – 2019. – № 41. – C. 185-94.
82. Damnyag, L. & Bampoh, A. Farmers' forest values and small-scale forestry management strategy preferences. – 2021. – № 2. – C. 263-78.
83. Daniel L. S., Shinkfield A. J. An Analysis of Alternative Approaches to Evaluation // *Systematic Evaluation: A Self-Instructional Guide to Theory and Practice Evaluation in Education and Human Services*. –1985. – P. 45-68.
84. Degraeuwe B., Thunis P., Clappier A. Impact of passenger car NOX emissions on urban NO2 pollution – Scenario analysis for 8 European cities // *Atmospheric Environment*. – 2017. – № 171. – P. 330-337.
85. Diafas I., Barkmann J., Mburu J. Measurement of Bequest Value Using a Non-monetary Payment in a Choice Experiment – The Case of Improving Forest Ecosystem Services for the Benefit of Local Communities in Rural Kenya // *Ecological Economics*. – 2017. – C. 157-65.
86. Dong Y., Lazareva E.I. Does Understanding the Sustainable Development Concept Affect the Leaders' Innovative Competencies? // *Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It: The Role of Leading Technologies and Responsible Innovations*. – 2024. – P. 267-71.
87. Dong Y., Lazareva E.I. Willingness to Pay for Urban Inland River Restoration: Case of Nanyang, China // *Water Economics and Policy*. –2023. – Issue 09. – № 03. – P. 2340010.

88. Dong Y. Revealing the willingness-to-pay for river restoration in China: a meta-analysis / Y. Dong // *Environment Development and Sustainability*. 2024.
89. Dou C., Zheng L., Wang W., Shabaz M. Evaluation of Urban Environmental and Economic Coordination Based on Discrete Mathematical Model // *Mathematical Problems in Engineering*. – 2021. – № 1. – P. 1566538
90. Echenique F. New Developments in Revealed Preference Theory: Decisions Under Risk, Uncertainty, and Intertemporal Choice // *Annual Review of Economics*. – 2020. – Issue 12. – № 1. – P.299-316.
91. Elhorst J. Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models // *International Regional Science Review*. – 2003. – № 3. – C. 244-68.
92. Elias M.-H., Campbell G. M., Sadhukhan J. Economic and Environmental Impact Marginal Analysis of Biorefinery Products for Policy Targets // *Journal of Cleaner Production*. – 2014. – № 74. – P.74-85.
93. Ervin D., Wu J., Khanna M., Jones C., Wirkkala T. Motivations and Barriers to Corporate Environmental Management // *Business Strategy and the Environment*. – 2013. – Issue 22. – № 6. – P. 390-409.
94. Euler J., Heldt S. From information to participation and self-organization: Visions for European river basin management // *Science of the Total Environment*. – 2018. – C. 905-14.
95. Ewan T., Pierre F., Maréchal J.-P. Evaluation of coastal and marine ecosystem services of Mayotte: Indirect use values of coral reefs and associated ecosystems //

- International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management.
– 2017. – № 3. – C. 19-34.
96. Gabriela S., Pascoe S. Ecosystem Accounting: Reconciling Consumer Surplus and Exchange Values for Free-Access Recreation // *Ecological Economics*. – 2023. – № 212. – P. 107905.
97. Geography E. S. P. Option Value, Existence Value, and Bequest Value of Mangrove in Jerowaru District, Lombok Timur Regency, Nusa Tenggara Barat // *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*. – 2023. – № 2. – C. 156-69.
98. Goetz A. A New Instrument for the Evaluation of Environmental Aerocolloids // *Environmental Science & Technology*. – 1969. – Issue 3. – № 2. – P. 154-160.
99. Goodacre S., McCabe C. An Introduction to Economic Evaluation // *Emergency Medicine Journal: EMJ*. – 2002. – No.19. – P. 198-201.
100. Goodland R., Ledec G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development // *Ecological Modelling*. – 1987. – Issue 38. – № 1–2. – P. 19-46.
101. Green A. Agricultural Waste and Pollution // *Waste*. – 2019. – P. 531-551.
102. Green C.H., Tunstall S.M. Is the Economic Evaluation of Environmental Resources Possible? // *Journal of Environmental Management*. – 1991. – № 33. – P. 123-141.
103. Green C. H., Tunstall S. M., N'Jai A., Rogers A. Economic Evaluation of Environmental Goods // *Project Appraisal*. – 1990. – № 2. – P.70-82.

104. Guillermo V.V., Salgado J. C., Felipe A. D.A. Sustainability Indicators for the Assessment of Eco-Industrial Parks: Classification and Criteria for Selection // *Journal of Cleaner Production*. – 2016. – № 133. – P. 99-116.
105. Guimarães, L.F., Teixeira F.C., Pereira J.N. et al. The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – C. 128330.
106. Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G. et al. Life Cycle Assessment: Past, Present and Future // *Environmental Science & Technology*. – 2011. – № 1. – P. 90-96.
107. Gulaliyev M.G., Muradov R. S., Hajiyeva L.A. et al. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality // *Ekoloji Dergisi*. – 2019. – No. 107 – P. 5-7/
108. Guo D., Wang A., Zhang A.T. Pollution exposure and willingness to pay for clean air in urban China // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – C. 110174.
109. Habert G., Lacaille JB D'E. D., Roussel N. An Environmental Evaluation of Geopolymer Based Concrete Production: Reviewing Current Research Trends // *Journal of Cleaner Production*. – 2011. – Issue 19. – № 11. – P. 1229-1238.
110. Hafer J. A., Ran B. Exploring the Influence of Attitudes and Experience on Valuation of State Forest Lands via Contingent Valuation // *Public Performance and Management Review*. – 2022. – № 6. – C. 1461-86.

111. Haghani M., Bliemer M. C. J., Hensher D. A. The Landscape of Econometric Discrete Choice Modelling Research // *Journal of Choice Modelling*. – 2021. – № 40. – P. 100303.
112. Han J.H., Lee E. The different roles of altruistic, biospheric, and egoistic value orientations in predicting customers' behavioral intentions toward green restaurants // *International Journal of Tourism and Hospitality Research*. – 2016. – № 1.10. – P. 71.
113. Hanemann M., Loomis J., Kanninen B. Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. // *American Journal of Agricultural Economics*. – 1991. – № 1.4. – C. 1255-63.
114. Harger J.R.E., Meyer F.-M. Definition of indicators for environmentally sustainable development // *Chemosphere*. – 1996. – № 1.9. – C. 1749-75.
115. Hayashi T. Willingness to Pay and Consumer Surplus // *Microeconomic Theory for the Social Sciences*. – 2021. – P.99-110.
116. Hellweg S., Canals L. M. Emerging Approaches, Challenges and Opportunities in Life Cycle Assessment // *Science*. – 2014. – № 6188. – P. 1109-1113.
117. Herrnstein R. J., Loewenstein G. F., Prelec D., Vaughan W. Utility Maximization and Melioration: Internalities in Individual Choice // *Journal of Behavioral Decision Making*. – 1993. – Issue 6. – № 3. – P. 149-85
118. Hojjat I., Samadi S., Isfahani R. The Welfare Cost of Inflation in Consumer Surplus and Compensating Variation Method: Case Study of Iran // *International*

Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. – 2013. – № 8 – P. 250-258.

119. Howard A. C., Malone J.W. Preservation Attitudes and Consumer Surplus in Free-Flowing Rivers // Social Science and Natural Resource Recreation Management. – 2019. – P. 301-317.

120. Hu C., Wright A. L., He S. Public Perception and Willingness to Pay for Urban Wetland Ecosystem Services: Evidence from China // Wetlands. – 2022. – № 1. – C. 19-27.

121. Hufschmidt M. M. Environment, Natural Systems, and Development: An Economic Valuation Guide. The Johns Hopkins University Press. –1983.

122. Irfan K., Hou F., Le H. P. The Impact of Natural Resources, Energy Consumption, and Population Growth on Environmental Quality: Fresh Evidence from the United States of America // Science of The Total Environment. – 2021. – № 754. – P. 142222.

123. Ishaq D. S. et al. Evaluation of Regional Transport of PM_{2.5} during Severe Atmospheric Pollution Episodes in the Western Yangtze River Delta, China // Journal of Environmental Management. – 2021. – № 293. – P. 112827.

124. James S. S., Phillips M., Dunn J.W. Economic Assessment of Crop Damages Due to Air Pollution: The Role of Quality Effects // Environmental Pollution. – 1988. – Issue 53. – № 1-4. – P. 377-385.

125. Jayantha W. M., Oladinrin O. T. Bibliometric analysis of hedonic price model using CiteSpace // International Journal of Housing Markets and Analysis. – 2019. – № 2. – C.357-71.
126. Ji L., Yuan C. Data Price Determinants Based on a Hedonic Pricing Model // Big Data Research. – 2021. – № 25. – P. 100249.
127. Jiang X., Li G., Fu W. Government Environmental Governance, Structural Adjustment and Air Quality: A Quasi-Natural Experiment Based on the Three-Year Action Plan to Win the Blue Sky Defense War // Journal of Environmental Management. – 2021. – № 277. – P. 111470
128. John F. H. A Survey of Environmental Dose Evaluations // Nucl. Saf. –1968. – № 95. – P. 383-391.
129. Kamilė P., Monika S., Jolanta D. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Electric and Conventional Vehicles in Lithuania // Journal of Cleaner Production. –2020.–№ 246.–P. 119042.
130. Kiyosov S. U. A Primary Factor in Sustainable Development and Environmental Sustainability is Environmental Education // Caspian Journal of Environmental Sciences. – 2023. – № 4. – P. 965-75.
131. Klungboonkrong P., Taylor M. A. P. A Multicriteria Environmental Sensitivity Evaluation of the Urban Road Network: An Australian Case Study // WIT Transactions on The Built Environment. – 1970. – № 26.
132. Kristin S.-F. Environmental Justice: Creating Equality, Reclaiming Democracy // Oxford University Press. – 2002.

133. Kroeger T., Casey F. An Assessment of Market-Based Approaches to Providing Ecosystem Services on Agricultural Lands // *Ecological Economics*. – 2007. – Issue 64. – № 2. – P. 321-332.
134. Kunwar S. B., Bohara A. K., Thacher J. Public preference for river restoration in the Danda Basin, Nepal: A choice experiment study *Ecological Economics*. – 2020. – C. 106690.
135. Lazareva E. I., Dong Y. Features of Chinese Government Policy to Stimulate Demand for Electric Vehicles: The Willingness of Car Owners // *Innovative Trends in International Business and Sustainable Management Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance*. – 2023. –P. 529-541.
136. Lazareva E., Anopchenko T. The "cost - benefit" analysis in the modern city environment quality management // *SGEM 2016 Conference Proceedings*. – 2016. – P. 703-710.
137. Lazareva E., Karaycheva O. Natural capital from the "green" economy of sustainable innovation development perspective managing identification: an instrumental view // *SGEM 2018 Conference proceedings*. – 2018. – P. 693-700.
138. Lazareva E., Dong Y. Measuring the Value of Urban Green Space Using Hedonic Pricing Method // *Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society*. – 2021. – vol. 116. – P. 737-747.
139. Lee F.Y. S., Ma A.T. H., Cheung L.T. O. Resident Perception and Willingness to Pay for the Restoration and Revitalization of Urban Rivers // *Water*. – 2021. – № 1. – C. 2649.

140. Lee L., Yu J. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects // *Journal of Econometrics*. – 2010. – № 1.2. – С. 165-85.
141. Li J., Heap A. D. A Review of Comparative Studies of Spatial Interpolation Methods in Environmental Sciences: Performance and Impact Factors // *Ecological Informatics*. – 2011. – Issue 6. – № 3-4. – P. 228-241.
142. Li S., Kallas Z. Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products // *Appetite*. – 2021. – С. 105239.
143. Liang W., Yang M. Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China // *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. – 2019. – № 21. – P. 1-9.
144. Lindner J. R., Murphy T. H., Briers G.E. Handling Nonresponse in Social Research // *Journal of Agricultural Education*. – 2001.
145. Liu J. China's Road to Sustainability // *Science*. – 2010. – № 328. – P. 50-59.
146. Liu J., Liu N., Zhang Y. et al. Evaluation of the non-use value of beach tourism resources: A case study of Qingdao coastal scenic area, China // *Ocean and Coastal Management*. – 2019. – С. 63-71.
147. Liu Z., Xue W., Ni X. et al. Fund Gap to High Air Quality in China: A Cost Evaluation for PM2.5 Abatement Based on the Air Pollution Prevention and Control Action Plan // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – № 319. – P. 128715.
148. Llanos-Paez O., Acuña V. Analysis of the socio-ecological drivers of the recreational use of temporary streams and rivers // *Science of the Total Environment*. – 2022. – С. 150805.

149. Loiseau E., Junqua G., Roux P., Bellon-Maurel V. Environmental Assessment of a Territory: An Overview of Existing Tools and Methods // Journal of Environmental Management. – 2012. – № 112. – P.213-225.
150. Loomis J. What's to Know About Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation Studies? // Journal of Economic Surveys. – 2011. – № 2. – P. 363-370
151. Lorin M. H., Brynjolfsson E. Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value // MIS Quarterly. – 1996. – P.121-142.
152. Louviere J.J. Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity // Journal of Transport Economics and Policy. – 1988. – P.93-119.
153. Machlup F. Marginal Analysis and Empirical Research // The American Economic Review. – 1946. – Issue 36. – № 4. – P. 519-54.
154. Martono, R. W. A, Puspo, M. D., Prayogi, H. Peatland Non Use Value Survey in Siak Regency // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – C. 012013.
155. Matušík J., Kočí V. What Is a Footprint? A Conceptual Analysis of Environmental Footprint Indicators // Journal of Cleaner Production–2021.–№ 285.–P. 124833.
156. McConnell K.E. Existence and Bequest Value. – 2019. – C. 254-64.

157. Mei Y., Gao L., Zhang J., Wang J. Valuing urban air quality: a hedonic price analysis in Beijing, China // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2020. – № 2. – C.1373-85.
158. Minford L., Meenagh D. Testing a model of UK growth: A role for R&D subsidies // *Economic Modeling*. – 2019. – № 1. – P. 252-261
159. Edquist H., Henrekson M. Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth? // *Structural Change and Economic Dynamics*. – 2017. – № 42. – P. 1-12.
160. Mohamed A. H., Ahmed E. N., Fedekar F. M. Environmental Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risk // *American Journal of Water Science and Engineering*. – 2016. – № 3. – P.14-19.
161. Moore M. R., Doubek J. P., Xu H., Cardinale B.J. Hedonic Price Estimates of Lake Water Quality: Valued Attribute, Instrumental Variables, and Ecological-Economic Benefits // *Ecological Economics*. – 2020. – № 176. – C. 106692.
162. Muhammad W. Z., Saeed A., Zaidi S. A. H., Waheed A. The Linkages among Natural Resources, Renewable Energy Consumption, and Environmental Quality: A Path towards Sustainable Development // *Sustainable Development*. – 2021. – Issue 29. – № 2. – P.353-362.
163. Munro J. L., Williams D. M. Assessment and Management of Coral Reef Fisheries: Biological, Environmental and Socio-Economic Aspects. Antenne Museum. – 1985.
164. Murdoch J. C., Thayer M. A. Hedonic price estimation of variable urban air

quality // Journal of Environmental Economics and Management. – 1988. – № 2. – C. 143-46.

165. Naime J., Mora F., Sánchez-Martínez M. et al. Economic Valuation of Ecosystem Services from Secondary Tropical Forests: Trade-Offs and Implications for Policy Making // Forest Ecology and Management. – 2020. – № 473. – P. 118294.

166. Ness B., Evelin U.-P., Anderberg S., Olsson L. Categorising tools for sustainability assessment // Ecological Economics. – 2007. – № 3. – C. 498-508.

167. Neuteleers S., Engelen B. Talking Money: How Market-Based Valuation Can Undermine Environmental Protection // Ecological Economics. – 2015. – № 117. – P. 253-260.

168. Niskanen A., Saastamoinen O. Tree Plantations in the Philippines and Thailand: Economic, Social and Environmental Evaluation // UNU/WIDER Working Paper. – 1996. – № 30. – P. 1-51.

169. Nthambi M., Nonka M.-N., Wätzold F. Quantifying Loss of Benefits from Poor Governance of Climate Change Adaptation Projects: A Discrete Choice Experiment with Farmers in Kenya // Ecological Economics. – 2021. – № 179. – P. 106831.

170. Pata U. K., Samour A. Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with the Load Capacity Factor // Progress in Nuclear Energy. – 2022. – № 149. – P. 104249.

171. Quy, V.K., Tran, D.T. Contingent Valuation Machine Learning (CVML): A Novel Method for Estimating Citizens' Willingness to Pay for a Safer and Cleaner Environment // Urban Science. – 2023. – № 7 (3). – C. 84-92.

172. Randall A., Stoll J. R. Existence Value in a Total Valuation Framework. – 2019. – C. 265-74.
173. Ren Y., Lu L., Zhang H. et al. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin // Journal of Cleaner Production. – 2020. – C. 122301.
174. Rezai A., Taylor L., Foley D. Analysis Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change // Ecological Economics. – 2018. – P. 408-417.
175. Richter M. K. Revealed Preference Theory // Econometrica. – 1966. – Issue 34. – № 3. – P. 635-645.
176. Rose J.M., Bliemer M.C.J. Stated Preference Experimental Design Strategies // Handbook of Transport Modelling. – 2007. – vol. 1. – P.151-180.
177. Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // Journal of Political Economy. – 1974. – Issue 82. – № 1. – P.34-55.
178. Rosen S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. // Journal of Political Economy. – 1974. – № 1. – C. 34-55.
179. Sana U., I. Ozturk, Majeed M.T., Ahmad W. Do Technological Innovations Have Symmetric or Asymmetric Effects on Environmental Quality? Evidence from Pakistan // Journal of Cleaner Production. – 2021. – № 316. – P. 128239.
180. Sander H. A., Polasky S. The value of views and open space: Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA // Land Use Policy. – 2009. – № 1.3. – C. 837-45.
181. Shapiro J. China's Environmental Challenges // Green Planet Blues. 6th ed.

Routledge. – 2019.

182. Sharifi A., Murayama A. A Critical Review of Seven Selected Neighborhood Sustainability Assessment Tools // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2013. – № 38. – P. 73-87.

184. Smith V. K. Nonuse Values in Benefit Cost Analysis // *Southern Economic Journal*. – 1987. – Issue 54. – № 1. – P.19-26.

185. Snider J.T., Seabury S., Tebeka M.G. et al. The Option Value of Innovative Treatments for Metastatic Melanoma // *Forum for Health Economics and Policy*. – 2018. – № 1. – P. 1-9.

186. Stenis J. Environmental Optimisation in Fractionating Industrial Wastes Using Contribution Margin Analysis as a Sustainable Development Tool // *Environment, Development and Sustainability*. – 2005. – Issue 7. –№ 3. – P. 363-376.

187. Tan, R., Lin, B. Public Perception of Clean Energy Vehicles: Evidence on Willingness to Pay for Clean Energy Bus Fare in China // *Energy Policy*. – 2019. – C. 347-54.

188. Tang W., Pei Y., Zheng H., Zhao Y., Shu L., Zhang H. Twenty Years of China's Water Pollution Control: Experiences and Challenges // *Chemosphere*. – 2022. – № 295. – P. 133875.

189. Thayer M. A. Contingent valuation techniques for assessing environmental impacts: Further evidence // *Journal of Environmental Economics and Management*. – 1981. – № 1. – C. 27-44.

190. Thayer M. A. Contingent Valuation Techniques for Assessing Environmental

- Impacts: Further Evidence // Journal of Environmental Economics and Management.
– 1981. – Issue 8. – № 1. – P. 27-44.
191. Tuckerman A. Effect of Environmental Exposure on Adhesive-Bonded Structures // Symposium on Durability and Weathering of Structural Sandwich Constructions ASTM International. – 1960.
192. Umar M., Ji X., Kirikkaleli D., Alola A. A. The Imperativeness of Environmental Quality in the United States Transportation Sector amidst Biomass-Fossil Energy Consumption and Growth // Journal of Cleaner Production. – 2021. – № 285. – P. 124863.
193. United States Environmental Protection Agency Environmental Equity Workgroup, Environmental Equity: Reducing Risk for All Communities: Report to the Administrator from the EPA Environmental Equity Workgroup, US Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation. – 1992. Vol. 2.
194. Varian H. R. Revealed Preference and Its Applications // The Economic Journal. – 2012. – Issue 122. – № 560. – P. 332-338.
195. Venkatachalam L. The Contingent Valuation Method: A Review // Environmental Impact Assessment Review. – 2004. – Issue 24. – № 1. – P. 89-124.
196. Wang Q., Yang Z. Industrial Water Pollution, Water Environment Treatment, and Health Risks in China // Environmental Pollution. – 2016. – № 218. – P. 358-365

197. William H. R. Benefits, Costs, and Risks: Oversight of Health and Environmental Decision-making // Harvard Environmental Law Review. –1980. – Issue 4. – P. 191-199.
198. Willis K. G., Garrod G. D. An Individual Travel-Cost Method of Evaluating Forest Recreation // Journal of Agricultural Economics. – 1991. – № 1. – P. 33-42.
199. Willis K.G., Garrod G. D. Valuing Landscape: A Contingent Valuation Approach // Journal of Environmental Management Issue. – 1993. – № 1. – P. 1-22.
200. World Bank China Country Climate and Development Report. World Bank Group. – 2022.
201. Xiao Y. Hedonic Housing Price Theory Review // Urban Morphology and Housing Market. – 2017. – P. 11-40
202. Xie H., Tan X., Yang C., Li C. Does Urban Forest Control Smog Pollution? Evidence from National Forest City Project in China // Sustainability. – 2022. – № 19. – P. 12897.
203. Xu F., Wang Y., Xiang N., Tian J., Chen L. Uncovering the willingness-to-pay for urban green space conservation: A survey of the capital area in China // Resources, Conservation and Recycling. – 2020. – C. 105053.
204. Xu L., Xu W., Jiang C. et al. Evaluating Communities' Willingness to Participate in Ecosystem Conservation in Southeast Tibetan Nature Reserves, China // Land. – 2022. – № 2. – C. 207-215.

205. Xue J., Rasool Z., Nazar R. et al. Revisiting Natural Resources – Globalization-Environmental Quality Nexus: Fresh Insights from South Asian Countries // Sustainability. – 2021. – Issue 13. – № 8. – P. 4224.
206. Xue J., Wang Q., Zhang M. A Review of Non-Point Source Water Pollution Modeling for the Urban-Rural Transitional Areas of China: Research Status and Prospect // Science of The Total Environment. – 2022. – № 826. – P. 154146.
207. Yang S., Kong X. Evaluation of Rural Tourism Resources Based on AHP-Fuzzy Mathematical Comprehensive Model // Mathematical Problems in Engineering. – 2022. – P. 7196163.
208. Yang X., Liu J. Assessment and Valuation of Groundwater Ecosystem Services: A Case Study of Handan City, China // Water. – 2020. – № 1.5. – C. 1455.
209. Yu S., Zheng Y., Li L. A Comprehensive Evaluation of the Development and Utilization of China's Regional Renewable Energy // Energy Policy. – 2019. – № 127. – P. 73-86.
210. Zhang L., Fukuda H., Liu Z. Households willingness to pay for green roof for mitigating heat island effects in Beijing (China) // Building and Environment. – 2019. – C. 13-20.
211. Zhang W., Chang W. J., Zhu Z. C., Hui Z. Landscape Ecological Risk Assessment of Chinese Coastal Cities Based on Land Use Change // Applied Geography. – 2020. – № 117. – P. 102174.
212. Zhang X., M. Zhang, Zhang H. et al. A Review on Energy, Environment and

- Economic Assessment in Remanufacturing Based on Life Cycle Assessment Method // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – № 255. – P. 120160.
213. Zhang Z., Zhang H., Feng J. et al. Evaluation of Social Values for Ecosystem Services in Urban Riverfront Space Based on the SolVES Model: A Case Study of the Fenghe River, Xi'an, China // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – № 5. – C. 2765.
214. Zhao F., Huang M. Exploring the Non-Use Value of Important Agricultural Heritage System: Case of Lingnan Litchi Cultivation System (Zengcheng) in Guangdong, China // *Sustainability*. – 2020. – C. 3638.
215. Zhou W. Y., Zhang, J. Yin, J. Zhou, Z. Wu Evaluation of Polluted Urban River Water Quality: A Case Study of the Xunsi River Watershed, China // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2020. – № 45. – P. 68035-68050

A meta-analysis of studies of the hedonic pricing method

The HPM research meta-analysis aims to systematically identify research gaps and map the knowledge structure to identify directions for future research in the field. The adaptation of the mapped knowledge structure to the Chinese context is intended to improve conceptual understanding. This method can be used to significantly accelerate its introduction into the practice of ecological-economic decision-making.

Bibliometric analysis of WoS database metadata for the keywords "hedonic pricing" and "China" was implemented using the Bibliometrix software package (in R language) and VOSviewer program. Meta-analytic bibliometrics can answer two key questions in hedonic pricing research: first, what are the intellectual and conceptual structures and characteristics of hedonic pricing methods. Second, what are the current research priorities and potentially fruitful new areas for the study of HPM.

Figure 1 shows the dynamics of the number of articles published from 2004 to 2022, as well as their annual growth rate. During this period, the number of published articles in general increased significantly, with the greatest growth starting from 2016.

The results of the bibliometric analysis of the knowledge structure and conceptual characteristics of HPM research demonstrate that three themes - environmental quality, landscape, and urban issues - fall into the field of key themes (Figure 2). Tracing the links between concepts, technologies, and contexts is crucial

for identifying thematic patterns in current research on hedonic pricing in China. As shown in Fig. 3, 4 clusters (quadrants) of such thematic patterns can be identified.

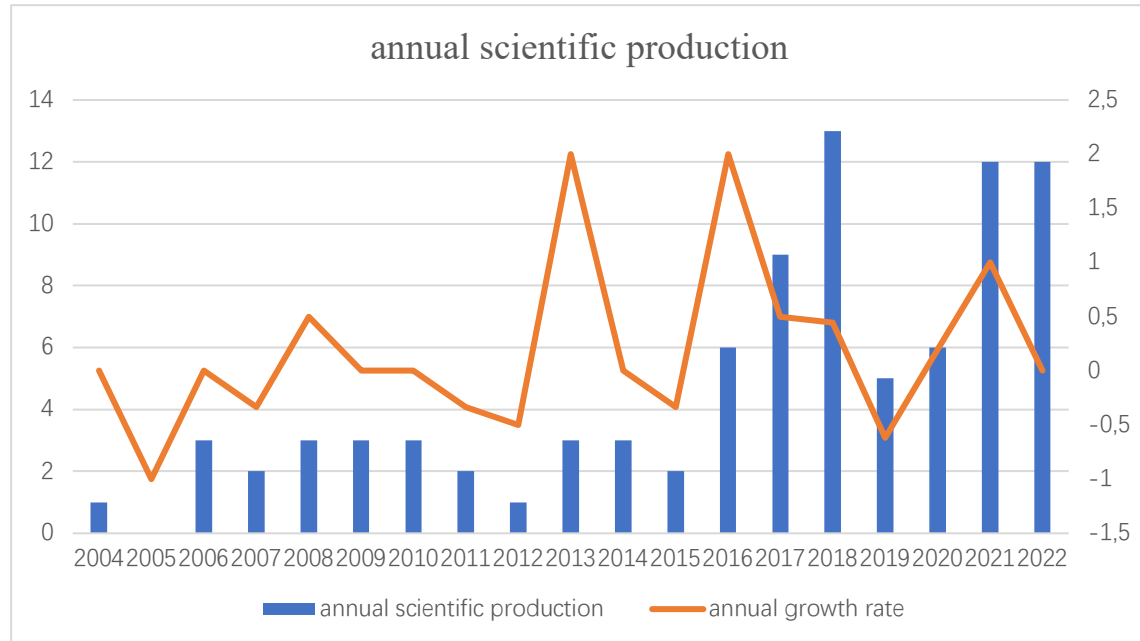


Figure 1. Dynamics of annual scientific output in the HPM research area²²⁸

These are niche (low-popular, unrated), progressing and regressing themes, motor transport and basic thematic models. The density of niche models is high, but the level of concentration is low, indicating endogenous cohesion of cluster elements and weakness of exogenous links. The study of information technology as a component of Chinese HPM is a relatively discrete research area. Progressing and regressing topics are small, low-density, low-concentration research areas that include peripheral topics, which, however, may contain promising new directions.

²²⁸Developed by the author using Web of Science metadata.

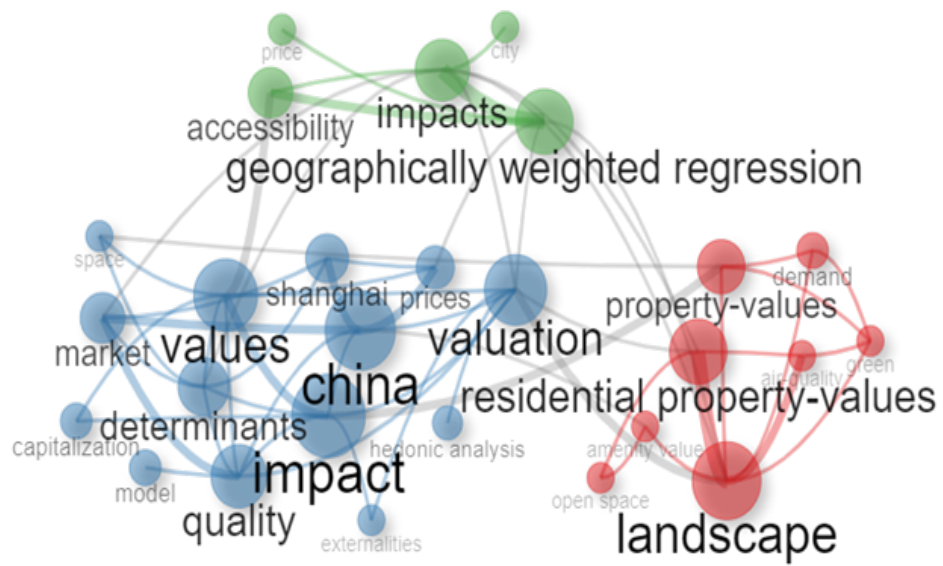


Figure 2: HPM Research Topic Network²²⁹

The motor vehicle thematic model has a high density and level of concentration, indicating its importance and maturity in current HPM research.

Basic topics are characterized by high concentration, low density, but underdeveloped and fragmented.

²²⁹ Developed by the author using Web of Science metadata.

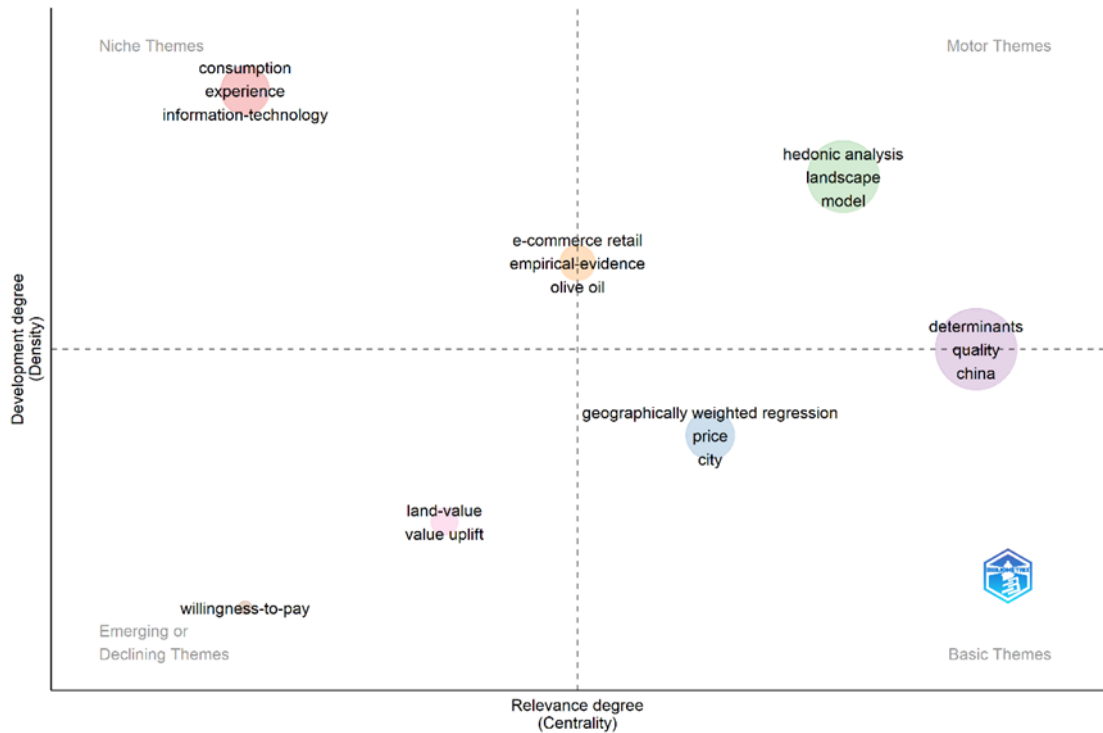


Figure 3: Thematic map of hedonic price method studies²³⁰

Research on urban issues and geographical factors represents a basic area that will contribute to the development of the mainstream in the future. This quadrant provides insight into the macro-structure of hedonic pricing research in China, emphasizing the relative importance, maturity, and definitional trajectory of the development of the core research theme of MSC.

²³⁰ Compiled by the author using Web of Science metadata.

A meta-analysis of contingent valuation method studies

The meta-analysis of CVM research aims to systematically identify research gaps and map the knowledge structure to identify areas for future research in the field. The adaptation of the mapped knowledge structure to the Chinese context is intended to improve the conceptual understanding of the method and significantly accelerate its implementation in ecological-economic decision-making.

Bibliometric analysis of WoS database metadata by keywords "contingent valuation" and "China" was realized using Bibliometrix software package (in R language) and VOSviewer program. Meta-analytic bibliometrics can answer two key questions in contingent valuation research: first, what are the intellectual and conceptual structures and characteristics of contingent valuation methods. Second, what are the current research priorities and potentially fruitful new areas for CVM research.

Figure 1 shows the trend in the number of articles published from 2003 to 2022, as well as their annual growth rate. Over this period, the number of articles published has generally increased significantly, with even greater growth beginning in 2018, and the number of articles published each year thereafter has been relatively high.

Results of bibliometric analysis of knowledge structure and conceptual characterizations of CVM studies demonstrate that four themes fall into the field of key themes - environmental quality, willingness-to-pay, protection and management of EQ, and ecological-economic value assessment (Figure 2). Tracing the links

between concepts, technologies, and contexts is crucial for identifying thematic patterns in current contingent valuation research in China. As shown in Fig. 3, 4 clusters (quadrants) of such thematic models can be identified. These are niche (low-popular, unrated), progressing and regressing themes, motor transport and basic thematic models.

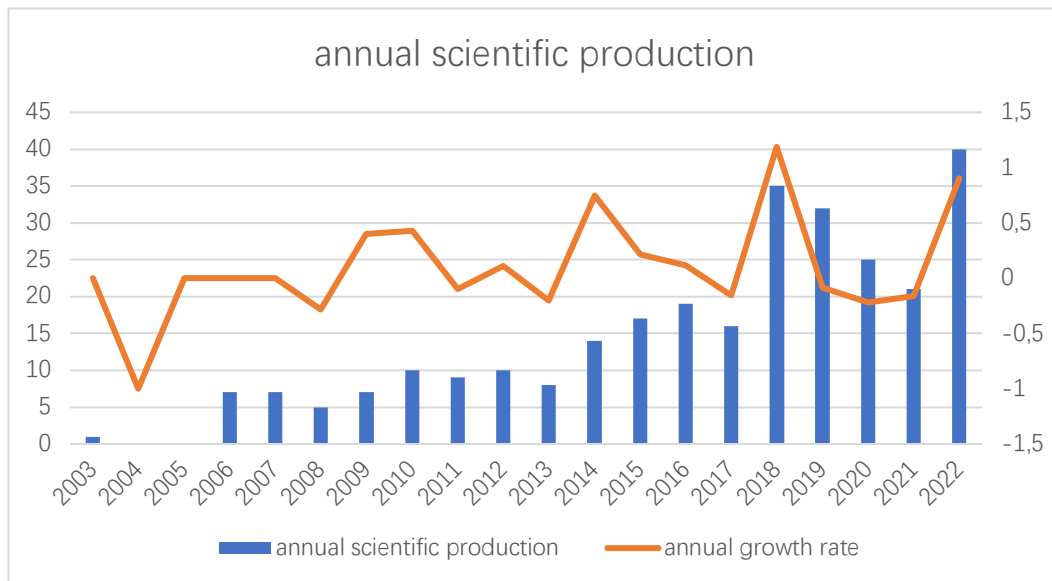


Figure 1: Dynamics of annual scientific production in the CVM research sphere²³¹

The density of niche models is high, but the level of concentration is low, indicating endogenous cohesion of cluster elements and weakness of exogenous links. The study of factors and mechanisms of incremental level of national welfare using CVM is a relatively mature discrete area of research.

²³¹Developed by the author using Web of Science metadata.

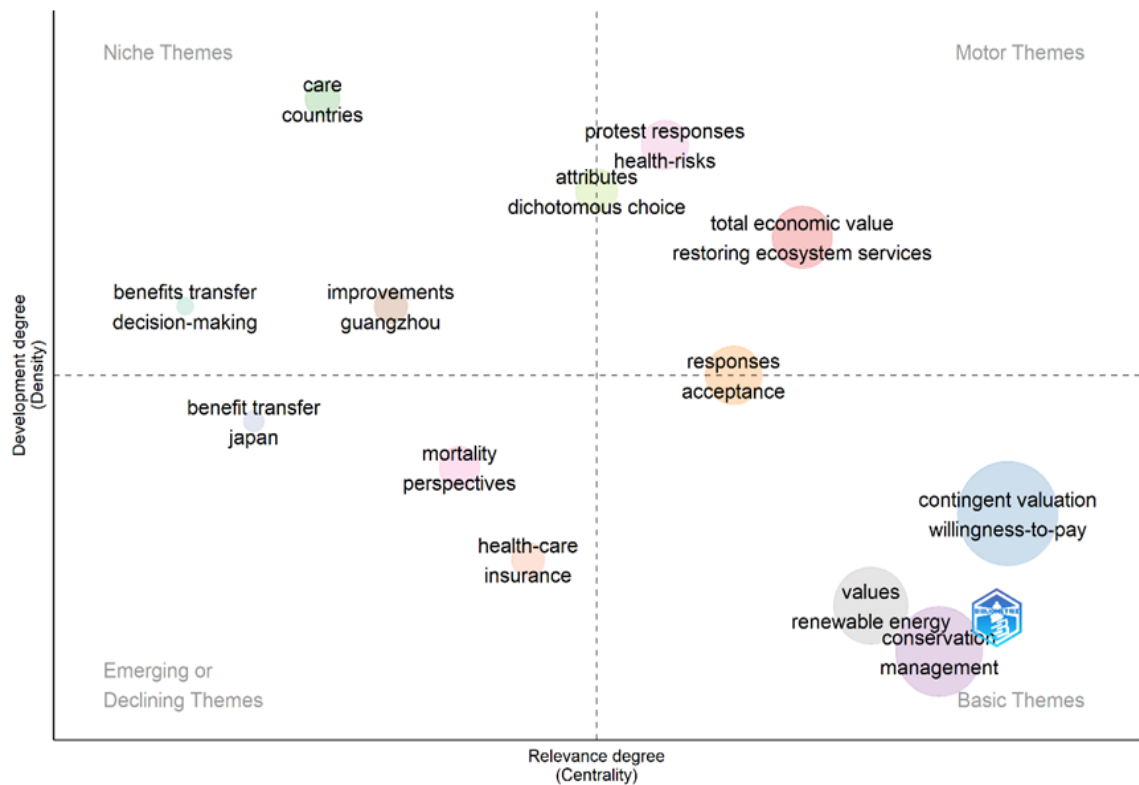


Figure 3: Thematic map of contingent valuation method studies²³³

The core themes are characterized by a high level of concentration, low density, but underdeveloped and fragmented. Research combining contingent valuation and CBA management mechanisms represents a basic area that will contribute to the development of the core area in the future. This quadrant provides insight into the macrostructure of contingent valuation research in China, emphasizing the relative importance, maturity, and definitional trajectory of the development of the CVM core research theme.

²³³ Compiled by the author using Web of Science metadata.

Analyzing the demographic characteristics of a sample of respondents who are residents of two districts in Nanyang City

The demographic characteristics of respondents presented in Table 1 provide insight into the factors influencing their willingness to pay (WTP) for urban river restoration. Respondents' education level ranges from elementary school to a master's degree or higher, with the average education level just below a high school diploma (mean = 2.991). Gender is coded as a binary variable, with males making up 54% of the sample (mean = 0.540). The mean age of respondents is 46.25 years, with a fairly wide age range (SD = 12.74) from 24 to 70 years old. Monthly income measured in Chinese yuan (CNY) shows considerable variation, with a mean of CNY 4,583 and considerable fluctuation (SD = CNY 1,633), reflecting socioeconomic diversity among participants. Respondents also reported the distance of their dwellings from the riverbank, with a mean score of 2.675 indicating that most of them live relatively close to the river. This distance is measured on a scale of 1 (very close) to 5 (far), and variability is moderate (SD = 1.098). Employment status is another key variable, with almost 70% of respondents having a job (mean = 0.699). These variables are important for analyzing the factors influencing respondents' WTP on river restoration because they reflect both socio-economic background and geographical proximity to rivers. A comparison of the demographic characteristics of the sample population of respondents from the two districts of Nanyang City is

summarized in Table 2. Comparison of these characteristics with the average actual figures to assess representativeness showed that the sample is slightly more male (54% to 51% according to statistics for the urban population as a whole), younger people (20-35 years old) predominate (23% compared to 14%), education level is slightly skewed towards higher levels, and there is a close correspondence with the actual data in terms of income level, especially in the range of RMB 2001-6000.

Table 1 - Demographic characteristics of respondents - factor variables of the hedonic pricing model²³⁴

Factor variables of the model	Essence	Observations	Average	standard error	Min	Max
Level of education	Respondent's highest level of education on a scale of: 1 = elementary level; 2 = secondary; 3 = high school; 4 = Bachelor's degree; 5 = Master's degree or higher	326	2.991	1.077	1	5
Paul	1 = male; 0 = female	326	0.540	0.499	0	1
Age	Age of respondent in years	326	46.25	12.74	24	70
Income	Respondent's monthly income in Chinese RMB	326	4,583	1,633	0	9,600
Distance to the river	The distance	326	2.675	1.098	1	5

²³⁴Compiled based on the results of a questionnaire survey.

	from the respondent's home to the riverbank, measured on a scale of 1 to 5: 1 = Very close 5 = Far away					
Employment status	1= respondent is working; 0 otherwise	326	0.699	0.459	0	1

Table 2 - Comparison of demographic characteristics of respondents from two districts in Nanyang city²³⁵

Characterization	Level	Sample average	Population Average
Gender	man	54%	51%
	woman	46%	49%
	20-35	23%	14%
	36-45	22%	21%
	46-55	24%	23%
	56-65	19%	11%
	>65	12%	13%
	Level of education	elementary school	11%
secondary school		19%	31%
high school		35%	21%
Bachelor's Degree		29%	24%
Master's or doctoral degree in philosophy		6%	3%
Income	0-2000	4%	8%
	2001-4000	29%	29%
	4001-6000	47%	45%
	6001-8000	19%	17%
	>8000	1%	1%

²³⁵Compiled by the author on the basis of statistical data from the Nanyang Statistical Yearbook

APPENDICE 4

Descriptive statistics in the study of the value of urban green spaces

The research on the value of urban green spaces utilizes transaction data from the Chinese Anjuke website, statistical information from the National Bureau of Statistics of China. Table 1 shows the descriptive statistics of the data

Table 1 - Descriptive statistics

Variable	Description	Average	standard error	Min	Max
Housing price	Transaction prices CNY/m ²	9292	6152	2787	53941
Green areas	Area of green areas	18063	24701	1461	148393
pGDP	GDP per capita	76331	30613	16057	189568
Floor area	Total number of floors in the building	17.49	5.023	6	25
Infrastructure provision 1	Total number of hospitals within a radius of 1000 meters	2.789	1.534	0	6
Infrastructure provision 2	Total number of schools within a radius of 1000 meters	4.018	1.784	1	9
Year	Year of construction	2008	4.328	2000	2018
Orientation	Apartment orientation (south=1, otherwise=0)	0.846	0.361	0	1
Availability of repairs	Presence of repair (Repaired =1, otherwise=0)	0.376	0.485	0	1
Transportation	Total number of transport stations within a radius of 1000 meters	3.849	1.954	1	9