

*На правах рукописи*

**Ермакова Юлия Игоревна**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ  
УРБОГЕОСИСТЕМЫ ХАБАРОВСКА**

1.6.21 – Геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата географических наук

**Москва - 2023**

Работа выполнена в Отделе физической географии и проблем природопользования Института географии РАН

**Научный  
руководитель:**

**Кочуров Борис Иванович**  
доктор географических наук,  
профессор, ведущий научный сотрудник Отдела  
физической географии и проблем  
природопользования Института географии РАН

**Официальные  
оппоненты:**

**Ведущая организация:**

Защита диссертации состоится «    »                      года в        часов на заседании  
диссертационного совета на базе

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г.

Отзывы на автореферат (в электронном виде и на бумажных носителях в двух экземплярах, заверенные подписью и печатью) просим направлять по адресу

Учёный секретарь диссертационного совета

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность работы.** Хабаровск, наряду с другими городами юга Дальнего Востока, имеет важное стратегическое значение и является инновационно-технологическим центром развития региона.

Градостроительное развитие Хабаровска носило в основном экстенсивный характер. При освоении территории не были в достаточной мере учтены природные особенности, в том числе климатические условия и расчленённость рельефа. Планировочные решения не всегда выполнялись рационально с точки зрения размещения градостроительных структур и их влияния на природную среду. В результате на территории города сформировалась неблагоприятная экологическая ситуация, негативно влияющая на качество жизни населения, что вносит вклад в депопуляцию Дальнего Востока.

В связи с этим становится актуальным проведение геоэкологической оценки территории, направленной на совершенствование территориального планирования и осуществление эффективной экологической политики города.

**Научная задача** – расширение комплексной методики геоэкологической оценки урбанизированных территорий на основе многофакторного анализа.

**Объект исследования:** город Хабаровск как сложная природно-антропогенная система.

**Предмет исследования:** факторы, влияющие на развитие градостроительных структур и экологическую ситуацию города Хабаровска.

**Цель диссертационной работы:** обеспечение экологической устойчивости и безопасности территории города Хабаровска.

**Для достижения цели потребовалось решить следующие задачи:**

1. Выявить совокупность факторов, влияющих на формирование градостроительной системы Хабаровска на различных этапах освоения территории.

2. Провести геоэкологическую оценку территории Хабаровска на основе анализа природных и антропогенных факторов.

3. Выявить плотность основных компонентов городской инфраструктуры Хабаровска и определить устойчивость урбогеосистемы к ним.

4. Разработать рекомендации по сбалансированному экологически безопасному развитию города Хабаровска.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности 1.6.21 Геоэкология по пунктам:** 1.7. Междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработка научных основ регулирования качества состояния окружающей среды. 1.9. Оценка состояния, изменений и управление современными ландшафтами. 1.11. Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем. 1.16. Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов.

### **Научная новизна диссертационной работы**

1. Обосновано определение диапазона устойчивости урбогеосистемы.

2. Разработан алгоритм геоэкологической оценки состояния города Хабаровска, учитывающий специфику развития территории, с применением анализа плотности компонентов городской инфраструктуры, выступающих в виде основных факторов антропогенной нагрузки.

3. Определены ареалы экологической ситуации различной степени остроты на территории Хабаровска и выявлена диспропорция градостроительных структур, способствующая формированию экологически неблагоприятной среды.

4. Предложен метод экологической реновации, позволяющий комплексно оптимизировать подходы к улучшению городской среды Хабаровска в контексте территориального планирования.

**Методологической основой работы послужили исследования** послужили исследования Сочавы В.Б., Исаченко А.Г., посвящённые ландшафтному и физико-географическому районированию, труды Антиповой А.В., Кочурова Б.И., Ивашкиной И.В., Колбовского Е.Ю., Мирзехановой З.Г., Нарбут Н.А., Сукмановой Е.А., Копасова Е.В. посвящённые проблематике городских геосистем и их пространственному анализу в эколого-географическом аспекте, а также связанные с разработкой подходов к сбалансированному устойчивому развитию урбанизированных территорий, в т.ч. города Хабаровска.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Геоэкологическая оценка территории Хабаровска повышает эффективность проведения природоохранных мероприятий и управления экологическими рисками. Полученные данные служат основой для разработки стратегий экологического развития города. Подготовка документов по территориальному планированию, мастер-планированию и градостроительному проектированию также может базироваться на результатах работы, направленных на формирование эффективного городского ландшафта при реализации инвестиционных проектов, обосновании строительства и реконструкции объектов. Оценка плотности компонентов городской инфраструктуры на основе диапазона устойчивости урбогеосистемы дополняет и конкретизирует существующие методы геоэкологической оценки, повышает их универсальность, создаёт базу для моделирования городских систем и прогноза их развития.

**Методы исследования.** В основе исследования лежат следующие фундаментальные методы: сравнительно-географический, картографический, геоинформационный, полевой, геосистемный, историко-динамический, фрактальный, статистический, методы урбоэкодиагностики, природного районирования, функционального зонирования, экспертной оценки.

**Фактический материал.** В ходе полевых работ на территории Хабаровска были исследованы морфотипы застройки, видовой состав

внутриквартального озеленения, выполнена фотофиксация значимых объектов. Проанализирован литературный, статистический и картографический материал, предоставленный Институтом водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН, Российским институтом градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор», Департаментом архитектуры, строительства и землепользования Администрации г. Хабаровска. Геоэкологическая оценка проводилась с использованием баз геоданных OSM, цифровой модели рельефа SRTM, спутниковых снимков Landsat-8 и Sentinel-2, доступных в открытых источниках, при помощи программного обеспечения ArcGIS, QGIS, AutoCAD, Maple, Gwyddion.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Методика комплексной оценки состояния и развития урбанизированных территорий с применением диапазона устойчивости урбогеосистемы является эффективным инструментом геоэкологических исследований.

2. Анализ природно-ландшафтных условий и градостроительного освоения позволил выделить различные этапы антропогенной преобразованности территории города Хабаровска.

3. Результаты геоэкологической оценки урбогеосистемы Хабаровска позволили выделить ареалы различной степени остроты экологической ситуации, связанные с плотностью компонентов городской инфраструктуры.

4. С использованием комплексной оценки геоэкологического состояния и развития города разработаны предложения по усовершенствованию территориального планирования Хабаровска, способствующие устойчивому и экологически безопасному развитию градостроительных структур.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Основное содержание диссертационной работы докладывалось и обсуждалось на следующих семинарах и конференциях: Международная научно-практическая конференция «Природно-ресурсный потенциал и экологическая реабилитация деградированных ландшафтов (Грозный, 2023); EnREM 2023: Международная научно-практическая конференция по окружающей среде, природным ресурсам и устойчивому природопользованию (Барнаул, 2023); Международная конференция Рациональное природопользование: традиции и инновации (Москва, МГУ, 2022 г.); Международная научно-практическая конференция Пятые ландшафтно-экологические чтения, посвящённые Г.Е. Гришанкову «Природа и общество: интеграционные процессы» (Севастополь, 2022), 4-я Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие территорий» НИУ МГСУ (Москва, 2022); Всероссийская научная конференция с международным участием «Мировая экологическая повестка и Россия», МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, 2020) и др.

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 17 статей, из них: 4 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах

WoS и SCOPUS, 6 статей в изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ, 7 статей в других изданиях.

**Структура и объём работы.** Полный объём диссертации составляет 174 страницы, в том числе 62 рисунка и 12 таблиц. Список литературы содержит 159 наименований. Описание представленного исследования включает введение, четыре главы, заключение, список цитируемой литературы.

**Благодарности.** Автор благодарит научного руководителя – доктора географических наук, профессора Б.И. Кочурова за профессиональный подход и доброжелательное отношение на протяжении работы над диссертацией. Автор признателен за содействие, консультации и ценные замечания при обсуждении работы к.т.н. Насонову А.Н., к.г.н. Лобковскому В.А., к.г.н. Некрич А.С., к.г.н. Шилькрот Г.С., к.г.н. Крылову П.М., д.г.н. Гуне А.Н., д.г.н. Колбовскому Е.Ю., к.г.н. Сокольской Е.В., инженеру Петрову Л.А. Автор благодарит за ценные материалы и консультации к.б.н. Нарбут Н.А. и д.г.н. Мирзеханову З.Г.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается проблема и актуальность проведённой работы, сформулированы цель, задачи и методологическая основа исследования. Характеризуется научная новизна, практическая и теоретическая значимость. Обозначены положения, выносимые на защиту. Приводятся данные об апробации и степени достоверности выполненной работы.

### **Глава 1 «Теория и методология геоэкологических исследований урбанизированных территорий»**

Глава посвящена проблемам исследования градостроительных систем в контексте геоэкологии. Процесс урбанизации – междисциплинарная научная задача. Изучение урбанизированных территорий геоэкологической наукой основывается на принципе геосистемности (Сочава, 1978). В связи с этим город Хабаровск исследуется как сложная природно-антропогенная геотехническая система, факторы формирования которой объединены прямыми и обратными связями (Сукманова, 2007) (рис. 1).

Урбогеосистема (Лихачева, 2004) изначально включена в структуру природного ландшафта. По мере развития урбогеосистемы происходит его глубокая трансформация, что всегда сопровождается большим количеством экологических проблем (Лаппо, 1997; Реймерс, 1990). Основу для понимания структурной и функциональной организации урбогеосистемы создаёт модель города А.Э. Гутнова через понятия «каркас» и «ткань», где территориальное расширение планировочной системы обусловлено физико-географическими особенностями местности («каркасом»), определяющим размещение градостроительных структур («ткани») (Гутнов, 1993).

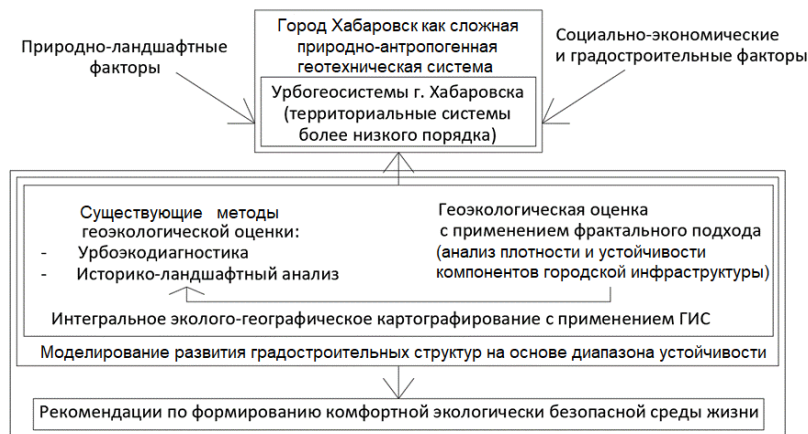


Рисунок 1 – Принципиальная схема геоэкологической оценки на примере г. Хабаровска [составлено автором]

Существующие методы геоэкологической оценки повышают свою эффективность с применением фрактального подхода, учитывающего свойство эмерджентности городской системы. Фрактал выступает эталоном устойчивости различных градообразующих компонентов и связей между ними за счёт базового фрактального признака – самоподобия, свойственного им в различной степени (Насонов, 2021). Градостроительные структуры с высокой степенью самоподобия (функциональной связности) обеспечивают наилучший обмен веществом и энергией, который повышает их устойчивость в условиях изменения внешних факторов за счёт способности к саморегуляции и самовосстановлению (Мандельброт, 1982; Иудин, 2012; Павлов, 2013).

Основой оценки плотности компонентов городской инфраструктуры на основе фрактального подхода служит соотношение Мандельброта-Ричардсона:

$$N(\delta) = \mu\delta^{1-D}, \quad (1)$$

где  $D$  – мера плотности объекта,  $N(\delta)$  – размер объекта;  $\mu\delta^{1-D}$  – масштабируемая плотность объекта (Мандельброт, 2002).

Территориальный рост урбогеосистемы и постепенное усложнение градостроительных структур отражают фрактальный принцип и закон толерантности Шелфорда. При наложении графического выражения закона Шелфорда и распределения фрактальной температуры на фрактальную шкалу производится линейная аппроксимация этих функций, которая задаёт предельные значения плотности, способствующей устойчивому функционированию городской среды, а также значение оптимальной плотности. Таким образом определяется диапазон устойчивости урбогеосистемы, выступающий основой геоэкологической оценки плотности компонентов инфраструктуры, которая обеспечивает жизнедеятельность города и является источником антропогенной нагрузки (рис. 2) (Копасов, 2012; Насонов, 2021).

Алгоритм геоэкологической оценки состояния и развития города Хабаровска представлен следующими пунктами:

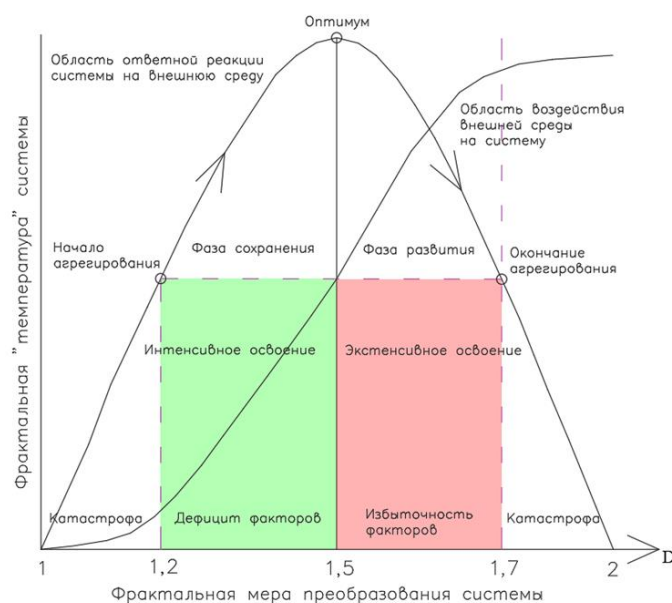


Рисунок 2 – Диапазон устойчивости урбогеосистемы  
[составлено автором по: Насонов (2021)]

1. Комплексный анализ природно-климатических, ландшафтных, экологических, социально-экономических и градостроительных факторов, повлиявших на развитие Хабаровска и сформировавших его специфику.

2. Определение на основе историко-ландшафтного анализа этапов исторического развития планировочной системы города и основных экологических проблем, характерных этим этапам (Сукманова, 2007).

3. Природная дифференциация территории Хабаровска с применением принципа районирования и анализа морфометрических показателей для определения оптимальной дробности природной основы урбогеосистемы (Исаченко, 1991; Николаев, 2005; Родоман, 2017).

4. Функциональная дифференциация территории Хабаровска для выделения видов городского землепользования.

5. Иерархическое деление урбогеосистемы Хабаровска на ряд урбогеосистем более низкого порядка, которые служат единицами для геоэкологической оценки. Урбогеосистемы представлены целостными структурами, полученными при наложении видов городского землепользования на природную основу (формы рельефа).

6. Комплексная оценка территории Хабаровска на основе урбоэкодиагностики (Кочуров, 2016; Ивашкина, 2017) и экспертной оценки (Коробов, 2012) по 4 показателям, определяющим экологическую ситуацию: степень антропогенной нагрузки от видов городского землепользования, опасность экзогенных геолого-геоморфологических процессов, загрязнение компонентов городского ландшафта, расчёт нормализованного относительного индекса растительности NDVI (для анализа состояния городского озеленения).



7. Интегральное ранжирование территории Хабаровска по степени антропогенной преобразованности городского ландшафта и остроте экологической ситуации (Кочуров, 2016).

8. Оценка плотности компонентов городской инфраструктуры на основе диапазона устойчивости урбогеосистемы (Насонов, Цветков, 2018). Анализируются компоненты, выступающие в роли источников антропогенной нагрузки: жилые и промышленно-коммунальные зоны, дорожно-транспортная сеть, выполняющая роль связи между ними; а также природно-рекреационные зоны, нейтрализующие негативное антропогенное воздействие.

9. Анализ факторов, способствующих формированию ареалов повышенной антропогенной нагрузки, которые определили основные экологические и градостроительные проблемы.

10. Верификация результатов геоэкологической оценки, направленных на выявление параметров устойчивой экологически безопасной городской среды, которые выступают основой для разработки практических решений по совершенствованию территориального планирования.

11. Разработка рекомендаций по формированию сбалансированной экологически безопасной среды жизни населения в городе Хабаровске.

## **Глава 2 «Факторы и этапы развития градостроительной системы Хабаровска»**

Глава посвящена комплексному анализу литературных, статистических, картографических и архивных материалов. В ходе анализа источников систематизирована информация о природно-климатических и ландшафтных условиях Среднеамурской низменности, социально-экономических особенностях юга Дальнего Востока, градостроительных и исторических факторах формирования города Хабаровска.

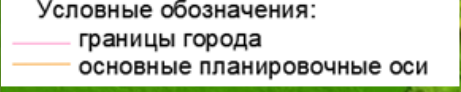


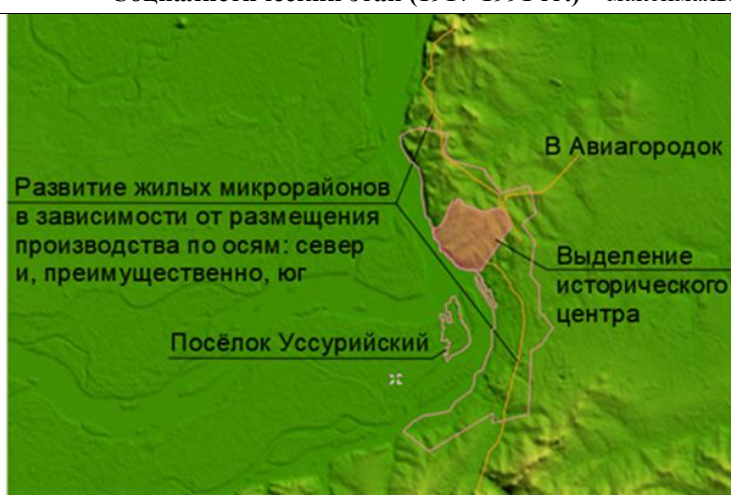
Выявлены основные природно-климатические и ландшафтные факторы, определяющие экологическую специфику города (табл. 1). Условия проживания на территории Хабаровска, осложнённые природными и экологическими факторами, ухудшается в результате удалённости города от столицы и промышленно-развитых районов страны.

Таблица 1 Зависимость экологической специфики г. Хабаровска от природно-климатических и ландшафтных факторов [составлено автором по (Нарбут, 2006; Мирзеханова, 2013; Махинов, 2006)]

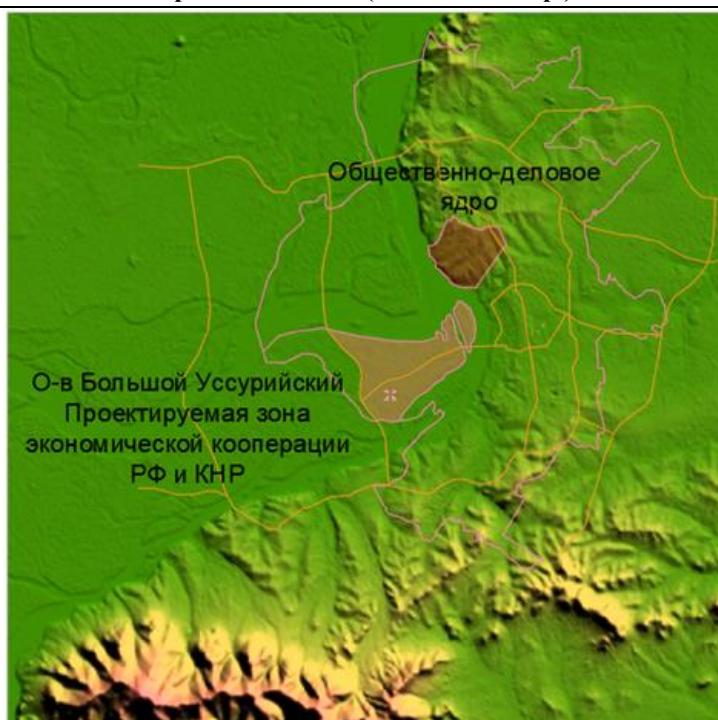
<b>Природно-климатический и ландшафтный фактор</b>	<b>Экологическая специфика</b>
Преобладание относительно плоского рельефа	Беспрепятственное распространение атмосферных загрязнений на обширные пространства.
Преобладание Сибирского антициклона в период с ноября по апрель	Сухая, ясная погода с минимальным количеством осадков в холодный период. Неблагоприятные условия для рассеивания атмосферных загрязнений. Малая высота снежного покрова > Минимальные запасы влаги в почве > Потенциальная пожароопасность территории
Летние муссонные дожди	Самоочищение атмосферы в июле. Наводнения (в т.ч. экстремальные) в летне-осенний период
Заболоченность широкой долины реки Амур	Морозоопасность и климатические контрасты, которые ставят под угрозу систему городского озеленения

В истории освоения территории города Хабаровска выделяется 4 этапа (табл. 2), которые обусловлены доминирующей в градостроительстве парадигмой, зависящей от уровня технического прогресса и вектора развития государства. По мере расширения площади города происходило усложнение планировочных структур, возрастала антропогенная нагрузка, вызывающая глубокую трансформацию городского ландшафта (Маташова, 2011).

Таблица 2 Эколого-градостроительные особенности развития планировочной системы Хабаровска [Составлено автором по (Бляхер, 2000; Маташова, 2011 )

<b>Допромышленный этап (1858-1880 гг.) – максимальная численность населения 1400 чел.</b>	
<p>Условные обозначения:    — границы города  — основные планировочные оси</p>  <p>Главные улицы по гребням холмов (возвышенностям)</p>	<p>Линейная планировочная система (река – планировочная и транспортная доминанта) &gt; Регулярная планировочная система.  Военное поселение &gt; Поселение общественно-административного назначения.  Рельеф – определяющий градостроительный фактор включения застройки в ландшафт.  Низкая степень антропогенного воздействия.  Экологические последствия: незначительное нарушение естественного ландшафта на освоенных возвышенностях.</p>
<b>Промышленный этап (1880-1917 гг.) – максимальная численность населения 53127 чел.</b>	
 <p>Транссибирская железнодорожная магистраль</p> <p>Формирование рекреационных зон в неудобьях</p> <p>Слободские поселения и промышленные зоны</p>	<p>Регулярная планировочная система с приоритетом направлений, перпендикулярных реке (основная планировочная доминанта – железная дорога. Новые функциональные зоны в местах обслуживания транспортной инфраструктуры.  Рельеф – определяющий фактор застройки. Общественно-административное назначение &gt; Промышленное назначение.  Средняя степень антропогенного воздействия.  Экологические последствия: более обширное нарушение природного ландшафта.</p>
<b>Социалистический этап (1917-1991 гг.) – максимальная численность населения 616000 чел.</b>	
 <p>Развитие жилых микрорайонов в зависимости от размещения производства по осям: север и, преимущественно, юг</p> <p>Посёлок Уссурийский</p> <p>Выделение исторического центра</p> <p>В Авиагородок</p>	<p>Назначение города: размещение производства и концентрация рабочей силы. Индустриализация градостроительства. Возникновение промышленного пояса. Приоритет типовой массовой жилой застройки. Природно-ландшафтные факторы утрачивают определяющее для строительства значение, что ведёт к преобразованию рельефа. Широкая дифференциация функциональных зон. Сокращение озеленённых пространств и снижение их доступности. 1970-80 гг.: попытка возвращения приречным территориям утраченного рекреационного назначения. Критическая степень антропогенного воздействия за счёт развитой индустрии.  Экологические последствия: частичная утрата элементов природного ландшафта.</p>
<p>Расчленённая планировочная модель (1917-30-е гг.)  Линейно-расчленённая планировочная модель (1940-60-е гг.)  Линейная планировочная модель (1970-1980-е гг.)</p>	

Современный этап (1991 год – н. вр.) – максимальная численность населения 617473 чел.



Линейная планировочная система с формированием кольцевых структур. Назначение города: крупнейший административный, культурный и деловой центр. Формирование особой экономической зоны на острове Большой Уссурийский (международная кооперация России и Китая), которая открывает перспективы развития на территории Хабаровска международного мегаполиса с высокими экологическими стандартами. Концентрация населения, инфраструктуры и функций в районе общественно-делового ядра. Большая протяжённость города с севера на юг. Низкое количество пространственных и функциональных связей от центра к периферии. Изолированность реки Амур промышленно-складским комплексом. Уплотнительная «точечная» застройка в историческом центре. Попытка оптимизации системы городского озеленения. Повышенная степень антропогенного воздействия.

Современный этап характеризуется поиском баланса между природной и антропогенной составляющей в урбогеосистеме Хабаровска. Геоэкологическая оценка состояния территории играет ключевую роль в формировании города как экологически безопасного современного центра.

### Глава 3 «Геоэкологическая оценка состояния территории города Хабаровска»

Глава посвящена комплексному исследованию геоэкологического состояния городской системы Хабаровска на основе методов урбоэкодиагностики и экспертной оценки с применением анализа плотности компонентов городской инфраструктуры, которые направлены на определение связи антропогенной преобразованности городского ландшафта Хабаровска и ареалов экологической ситуации различной степени остроты (Кочуров, 2016).

Базисом геоэкологической оценки территории Хабаровска выступает структурное понимание природной основы, на которой организована жизнедеятельность города. С этой целью в урбогеосистеме производится выделение урбогеосистем более низкого порядка – наиболее целостных пространственно ограниченных природно-антропогенных единиц (табл. 3).

Природная дифференциация территории выполнена на основе фактора рельефа и его морфометрических характеристик: абсолютных и относительных высот, крутизны склонов, глубины их расчленения. Территория Хабаровска сформирована структурами денудационного и аккумулятивного рельефа. Разнообразие его форм обуславливает распространение экзогенных геолого-геоморфологических процессов, выступающих решающим фактором при освоении территории.

Таблица 3. Площадная структура урбогеосистем Хабаровска [составлено и посчитано автором]

Вид землепользования, км <sup>2</sup>	Форма рельефа, км <sup>2</sup>									Сумма площадей, км <sup>2</sup>
	1. Денудационный рельеф				2. Аккумулятивный рельеф					
	1.1 Холмисто-увалистый рельеф	1.2 Скульптурный мелкосопочник	1.3 Полого-холмистая слабо-увалистая поверхность на элювиально-делювиальных отложениях коры выветривания	1.4 Элементы овражно-балочной сети	2.1 Поверхность выравнивания озерной равнины четвёртой надпойменной террасы	2.2 Полого-наклонная озерно-аллювиальная равнина (третья надпойменная терраса)	2.3 Слабонаклонная поверхность второй надпойменной террасы	2.4 Слабонаклонная поверхность первой надпойменной террасы	2.5 Пойма	
1. Общественно-деловое ядро		1,01	8,33	1,16					0,46	10,96 4%
2. Многоэтажная жилая застройка		0,7	7,16	1,85	1,78	5,14	1,66	3,15	6,12	27,56 10%
3. Смешанная жилая застройка		0,56	11,39	3,16	0,74	10,25	0,86	0,49	0,26	27,71 9%
4. Индивидуальная жилая застройка	0,62	0,08	7,29	2,33		3,01	0,02	0,26	0,53	14,14 5%
5. Центр обслуживания и коммерции		2,19	6,73	0,7	0,51	4,64	0,01	0,3	1,12	16,2 5%
6. Промышленное предприятие		0,04	2,71	0,99	4,33	12,3	0,28	0,1	2,38	23,13 8%
7. Коммунальное предприятие		0,04	8,22	1,39	2,07	3,69		0,99	0,8	17,2 6%
8. Предприятие транспорта		0,08	0,7	0,03	4,18	8,17				13,16 1%
9. Предприятие энергетики			0,02	0,02		1,52	0,69		0,07	2,32 1%
10. Складская зона		0,4	5,6	0,66	1,26	4,89	0,69	1,42	1,76	16,68 5%
11. Транспортный узел		0,31	2,58	0,54	0,55	2,24	1,43	0,09	0,18	7,92 3%
12. Объект здравоохранения		0,19	1,31	0,11		0,1				1,71 1%
13. Кладбище		0,1	1,6	0,02		0,66				2,38 1%
14. Садоводческое хозяйство	1,11	0,12	3,89	1,36	3,6	5,58	0,61	0,15	24,5	40,92 14%
15. Парк		0,2	3,85	0,8		1,82	0,01	0,04	1,53	8,21 3%
16. Смешанные посадки			0,04			0,33			0,19	0,56 0,5%
17. Широколиств. лес с участием липы маньчжурской				0,56						0,56 0,5%
18. Редколесное сообщество с участием тополя, берёзы, вяза			0,6	0,84	0,01	0,55		0,01	0,69	2,7 1%
19. Рудеральное сообщество			0,12	0,51		0,03		0,4	2,15	3,21 1%
20. Дубняки		0,31	2,36	0,1		0,01			0,21	2,99 1%
21. Осинники		1,08	1,23	0,02		0,95				3,28 1%
22. Заболоченные разнотравные луга				1,23		0,5				1,73 1%
23. Злаковые разнотравные луга и камышовые заросли			0,34			6,54	1,73			8,61 3%
24. Пойменные луга и болота с кустарником			0,73			1,03			58,02	59,78 20%
<b>Сумма площадей, км<sup>2</sup></b>	1,73 1%	7,41 2%	76,8 24%	18,3 6%	19,3 6%	73,95 23%	7,99 3%	7,36 3%	100,9 32%	313,7

Функциональная дифференциация Хабаровска позволила выделить виды городского землепользования, среди которых определены зоны различного назначения и природные комплексы. Исторический центр, сохранивший черты первоначальной планировочной структуры представлен в виде общественно-делового ядра из-за повышенной функциональной компактности.

Наложение контуров видов городского землепользования на контуры форм рельефа позволило получить границы урбогеосистем, представленных отдельными полигонами, которые в процессе оценки объединяются в кластеры по общим признакам (смешанная жилая застройка на элементах овражно-балочной сети и т.п.). Для оценки урбогеосистем разработаны критерии и система баллов, учитывающие особенности антропогенного изменения территории и комплексно характеризующие экологическую ситуацию (табл. 4).

Таблица 4 Критерии комплексной геоэкологической оценки территории Хабаровска [составлено автором по: (Антипова, 2001; Ивашкина, Кочуров, 2010; Лихачева, Тимофеев, 2006; Черепанов, 2009)]

<b>1. Оценка урбогеосистем Хабаровска по степени антропогенной нагрузки на городской ландшафт</b>					
<p>Определение степени антропогенной нагрузки от видов городского землепользования производится по формуле:</p> $A_n = \sum_{i=1}^n S * B, \quad (2)$ <p>где <math>A_n</math> – степень антропогенной нагрузки; <math>S</math> – площадь участка вида городского землепользования, исчисляемая в процентах; <math>B</math> – балльная оценка антропогенной нагрузки по определённому виду с учетом дополнительных факторов; <math>n</math> – количество участков одинакового вида землепользования; <math>i=1</math> – вид городского землепользования</p>					
<b>Баллы</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Степень антропогенной нагрузки</b>	<b>Высокая интенсивность использования</b>	<b>Повышенная интенсивность использования</b>	<b>Умеренная интенсивность использования</b>	<b>Низкая интенсивность использования</b>	<b>Неиспользуемые территории</b>
<b>Характеристика территории</b>	Промышленные и коммунальные предприятия, предприятия транспорта и энергетики, транспортные узлы	Общественно-деловое ядро, многоэтажная и смешанная застройка, центры обслуживания и коммерции, складские зоны	Индивидуальная застройка, садоводческие хозяйства, объекты здравоохранения, кладбища	Парки, смешанные посадки, рудеральные растительные сообщества	Лесные и луговые сообщества, пойменные комплексы правого и левого берега реки Амур
<b>Дополнительные факторы влияния на городской ландшафт</b>	Химическое загрязнение. Тепловое и шумовое загрязнение	Повышенная плотность населения, застройки, дорожной сети, транспортных потоков. Высокая фрагментированность пространства. Транспортное и коммунальное загрязнение	Пониженная плотность населения, застройки, дорожной сети, транспортных потоков. Пониженная фрагментированность пространства. Транспортное и коммунальное загрязнение	Компенсация негативного антропогенного воздействия, средостабилизирующие функции ландшафта	
<b>Последствия и перспективы хозяйственного использования</b>	Утрата элементов природного ландшафта. Формирование техногенной среды	Сокращение биоразнообразия. Формирование урбанизированного и антропогенного ландшафта		Формирование наиболее устойчивой среды с высоким биоразнообразием	



2. Оценка урбогеосистем Хабаровска по степени опасности экзогенных геолого-геоморфологических процессов						
Баллы	5	3	4		2	1
Степень опасности и экзогенного процесса	Высокая	Умеренная	Повышенная		Пониженная	Низкая
Экзогенный процесс и форма рельефа	Оползни, оплывины на денудационном рельефе. Затопление, подтопление, суффозия на аккумулятивном рельефе		Речная и овражная эрозия на денудационном рельефе и в поймах рек		Плоскостной смыв, частично линейная эрозия на аккумулятивном рельефе и отложения продуктов разрушения денудационного рельефа	
Расчленённость рельефа	Высокая (крутизна склона >12°, глубина вреза >35 м). Низкая (крутизна склона до 6°, глубина вреза до 25 м)		Умеренная (крутизна склона 6-12°, глубина вреза 25-35 м)		Низкая (крутизна склона до 6°, глубина вреза до 25 м)	
Характеристика территории	Предприятия, объекты транспорта, жилая застройка, центры обслуживания, объекты здравоохранения	Природно-рекреационные объекты, садоводческие хозяйства	Предприятия, объекты транспорта, жилая застройка, центры обслуживания, объекты здравоохранения	Природно-рекреационные объекты, садоводческие хозяйства	Различные виды землепользования	
3. Оценка урбогеосистем Хабаровска по загрязнению компонентов городского ландшафта						
Баллы	5	4	3	2	1	
Уровень загрязнённости	Наиболее загрязнённые	Загрязнённые	Относительно загрязнённые		Слабозагрязнённые	Относительно чистые
Состояние атмосферы	Загрязняющие вещества 2-го, 3-го, 4-го класса опасности – более 2 ПДК	Загрязняющие вещества 2-го, 3-го, 4-го класса опасности – 1-2 ПДК	Загрязняющие вещества 3-го и 4-го класса опасности – более 1 ПДК		Загрязняющие вещества – менее 1 ПДК	Загрязнение почти отсутствует
Состояние почвы и поверхностных вод	Экстремальное загрязнение тяжёлыми металлами, фенолами, биогенными веществами, ПАВ	Сильное загрязнение тяжёлыми металлами, фенолами, биогенными веществами, ПАВ	Среднее загрязнение тяжёлыми металлами, фенолами, биогенными веществами, ПАВ		Относительно низкое загрязнение	Низкое загрязнение
Характеристика территории	Промышленные предприятия и транспортно-логистические узлы	Промышленные и коммунальные предприятия, примыкающая застройка	Общественно-деловое ядро, жилая застройка, зоны обслуживания и коммерческой активности, санитарно-защитные зоны, садоводческие хозяйства вблизи промзон		Жилая застройка, природно-рекреационные объекты и ООПТ, садоводческие хозяйства	
Последствия	Возможно разрушение зданий и сооружений, элементов благоустройства при несоблюдении защитных мер			Разрушение почвенно-растительного покрова, элементов благоустройства		
4. Оценка урбогеосистем по нормализованному относительному индексу растительности NDVI						
Космические снимки Sentinel-2 и Landsat-8 от 17 августа 2022 г. Расчёт произведён с применением инструмента калькулятор растров в программе Q-ГИС по формуле:						
$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED), \quad (3)$						
где NIR – сигнал в ближней инфракрасной области спектра, RED – сигнал в красной области спектра						
Баллы	3		2		1	
Значение дискретной шкале	по 0-0,2		0,2-0,4		0,4-0,7	

<b>Тип преобладающей поверхности</b>	Искусственные поверхности (бетон, асфальт). Камень, песок. Открытый грунт		Разреженный растительный покров	Сомкнутый растительный покров (Черепанов, 2009)	
<b>«Запечатанность» почвы</b>	65-100%		35-64%	0-34%	
<b>Характеристика территории</b>	Уплотнительная застройка общественно-делового ядра. Многоэтажная застройка с незрелым внутриквартальным озеленением. Промышленные и транспортные узлы, складские зоны		Застройка 2-5 этажей со зрелым внутриквартальным озеленением. Парки. Санитарно-защитные зоны. Складские зоны и центры коммерческого обслуживания. Объекты здравоохранения	Малоэтажная жилая застройка со зрелым внутриквартальным озеленением. Парки, ООПТ, природные растительные сообщества	
<b>Интегральное ранжирование урбогеосистем Хабаровска</b>					
<b>Баллы</b>	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18
<b>Ранг</b>	I	II	III	IV	V
<b>Антропогенная преобразованность территории</b>	Условно ненарушенный ландшафт	Малонарушенный ландшафт	Умеренно нарушенный ландшафт	Существенно нарушенный ландшафт	Утрата элементов природного ландшафта
<b>Экологическая ситуация</b>	Наиболее благоприятная	Благоприятная	Удовлетворительная	Напряжённая	Опасная
<b>Характеристика территории</b>	Природные комплексы, внутри которых отсутствует застройка	Природные комплексы и озеленённые территории, граничащие с промышленными зонами и зонами жилой застройки. Жилая застройка с развитой системой внутриквартального озеленения и вблизи природных комплексов на территориях с низкой степенью проявления опасных экзогенных процессов	Жилая застройка уплотнительного характера и компактно размещённые в ней учреждения инфраструктуры, подавляющие внутриквартальное озеленение, граничащие с промышленными узлами, также на территориях, нуждающихся в защите от опасных экзогенных процессов. Предприятия различной направленности, оказывающие негативное экологическое влияние	Промышленные зоны, утилизационные объекты, транспортные узлы с техногенным ландшафтом, оказывающим негативное экологическое воздействие на окружающие территории, активизирующие проявление опасных экзогенных процессов	

Наибольшая часть правобережной территории принадлежит к существенно нарушенным ландшафтам с напряжённой экологической ситуацией, обусловленной компактностью размещения предприятий различной направленности, жилых массивов и транспортной инфраструктуры. Ареалы имеют равномерное распространение в староосвоенных районах и не связаны с особенностями рельефа по причине экстенсивного освоения территории на социалистическом этапе развития.

Опасная экологическая ситуация, связанная с формированием техногенной среды, наблюдается в районах промышленного сектора и транспортных узлов на поверхностях рельефа с небольшим уклоном. В наихудшем положении оказывается застройка, непосредственно граничащая с объектами промышленности из-за отсутствия буферной зоны. В соотношении с обширной площадью условно ненарушенного городского ландшафта на левом берегу реки Амур, где формируется наиболее благоприятная ситуация, площадь территории с опасной экологической ситуацией не является критической. При норме водно-зелёных пространств 40-50% для города, в Хабаровске их площадь достигает 42%. Сохранность природных комплексов на левобережье повышает

суммарную обеспеченность зелёным фондом до 226,14 м<sup>2</sup>/чел. (норма крупного города – 50 м<sup>2</sup>/чел). Однако левобережье труднодоступно для рекреации, и фактическая обеспеченность в староосвоенных районах местами снижается до ≤30 м<sup>2</sup>/чел.

Оценка плотности компонентов городской инфраструктуры произведена с помощью разбивки территории на ячейки квадратной формы, что позволило выявить неоднородность распределения антропогенной нагрузки от них с помощью диапазона устойчивости урбогеосистемы. Наблюдается избыточность антропогенной нагрузкой со стороны дорожно-транспортной сети на территории общественно-делового ядра и в прилегающих районах, что вносит вклад в формирование устойчивых ареалов загрязнения от автомобильного транспорта, повышает фрагментированность пространства, способствующую сокращению площади природно-рекреационных зон (рис. 3).

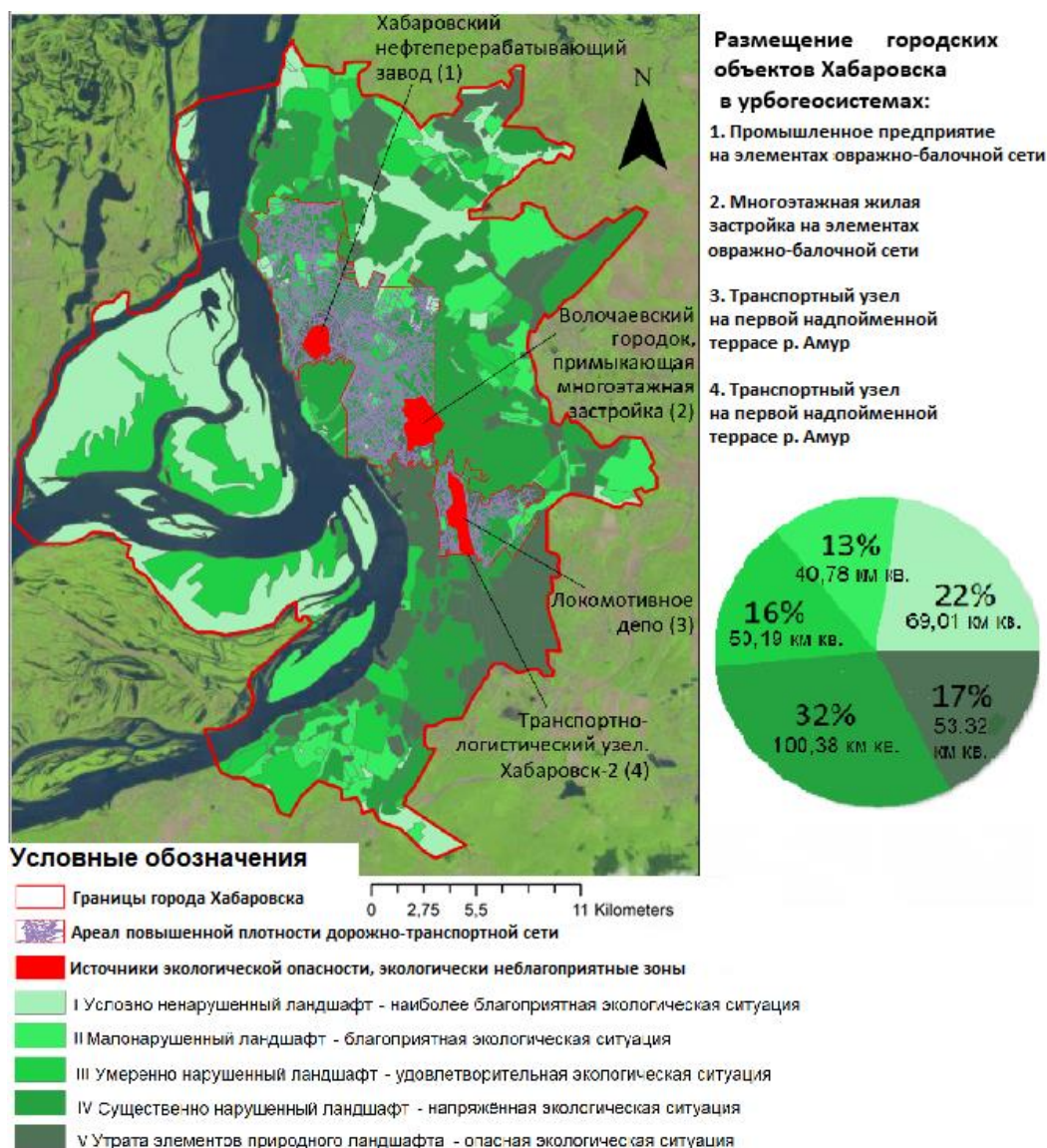


Рисунок 3 – Связь антропогенной преобразованности территории Хабаровска с повышенной плотностью дорожно-транспортной сети [составлено автором]



#### **Глава 4 «Особенности формирования основных экологических проблем на территории Хабаровска и оптимизация городской системы»**

Глава посвящена анализу факторов, лимитирующих развитие градостроительных структур Хабаровска и способствующих формированию диспропорции компонентов городской инфраструктуры, обуславливающей ухудшение экологической ситуации. На основе полученных результатов производится разработка рекомендаций по сбалансированному экологически безопасному развитию города.

Диспропорция компонентов городской инфраструктуры Хабаровска заключается в общем снижении плотности и функциональной связанности градостроительных структур по мере удаления от условного центра и прилегающих, промышленно развитых районов к периферии.

Элементы дифференцированного рельефа денудационных и аккумулятивных форм исторически обусловили принципиальные различия возможностей для хозяйственного освоения. Лимитирующую роль сыграла также гидрографическая сеть реки Амур с протоками. Эти природно-ландшафтные факторы закрепили за собой фиксирующую роль «каркаса» по отношению к градостроительным структурам («ткани»), способствуя формированию неблагоприятной экологической ситуации на правом берегу. «Каркас» городской территории регулировал темпы её освоения (Гутнов, 1993).

В связи со строительством Транссибирской железнодорожной магистрали и последующей индустриализацией освоения наиболее быстрыми темпами город развивался в южном направлении от исторического центра в связи с пониженной расчленённостью рельефа. Это повлияло на формирование промышленного пояса, который выступил новым центра расселения.

Развитие в северном направлении длительно носило фрагментированный характер и сдерживалось наибольшей расчленённостью рельефа, существенной крутизной коренного склона правого берега и собственно руслом реки Амур. Централизация северной части произошла значительно позже, что способствовало размещению на территории более современной жилой застройки с оптимальными планировочными решениями. Сохранение зелёного фонда обусловлено широким распространением крутых поверхностей рельефа.

Между рекой Амур и Транссибирской железнодорожной магистралью, длительно выполняющими роль линейных аттракторов градостроительного развития в условиях линейной планировочной модели, промышленно-коммунальные и жилые зоны, обширные и однородные по своей структуре, образовали жёсткую функциональную дифференциацию, подавившую развитие природно-рекреационных зон. На протяжении социалистического этапа производства служили локальными центрами расселения, и жилые кварталы формировались в непосредственной близости от них. Негативный эффект сопровождается повышенной плотностью дорожно-транспортной сети, которая продолжает усложняться в связи с точечной застройкой этих территорий.

Верификация результатов геоэкологической оценки территории на основе линейной аппроксимации балльной шкалы и диапазона устойчивости урбогеосистемы позволяет установить зависимость экологической ситуации и антропогенной преобразованности городского ландшафта от плотности компонентов городской инфраструктуры и выявляет параметры устойчивой экологически безопасной городской среды, которые представляют собой основу для разработки рекомендаций по её улучшению (рис. 4).

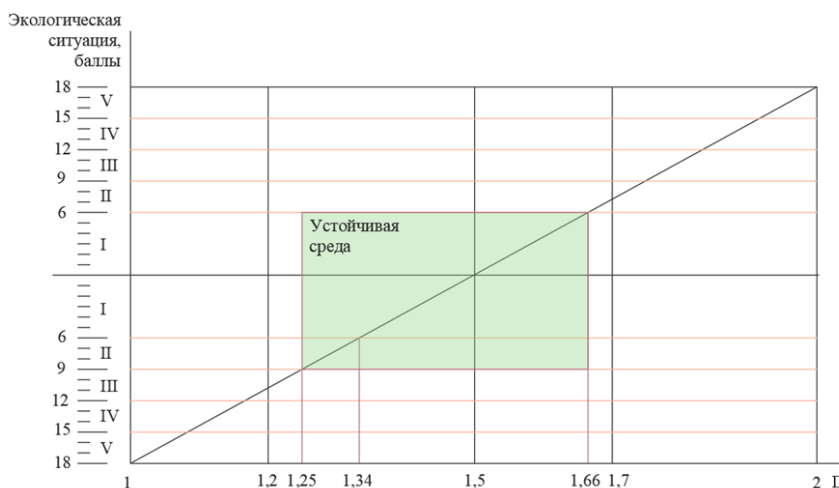


Рисунок 3 – Параметры устойчивой экологически безопасной среды городской системы Хабаровска [составлено автором]

Значения плотности компонентов инфраструктуры, в которых городская система Хабаровска будет развиваться наиболее сбалансированно, составляют:  $1,25 < D < 1,66$ . При этом оптимальная степень антропогенной преобразованности определяется как малонарушенный ландшафт с благоприятной экологической ситуацией, где некоторый дефицит плотности инфраструктуры наносит меньший ущерб, чем её повышение.

Достижение таких параметров на староосвоенной территории, носящей следы экстенсивного освоения, затруднено. Однако возможна компенсация последствий антропогенного воздействия за счёт восстановления элементов природного ландшафта в сложившихся градостроительных структурах.

Основа оптимизации городской системы Хабаровска заключается в формировании локальных центров расселения и деловой активности за пределами общественно-делового ядра и прилегающих территорий. Предлагается вывод ряда промышленных предприятий на территорию Хабаровской агломерации, находящейся в стадии формирования с целью её развития. Освободившиеся площади перспективны для общественных пространств и новых центров деловой активности с системой озеленения и элементами благоустройства.

При формировании новых центров расселения и адаптации староосвоенных территорий требуется выработка инженерных решений,

направленных на защиту от распространения опасных экзогенных процессов, характерных денудационным и аккумулятивным формам рельефа.

Освоение левобережных территорий, удовлетворяющих параметрам устойчивой среды, должно опираться на повышение их рекреационной доступности в условиях строгого нормирования антропогенной нагрузки.

В концепции развития современного, экологически безопасного города комплексным методом выступает реновация с применением экологических принципов приближения зелёных зон к местам концентрации людей и включения элементов природного ландшафта при замещении устаревших градостроительных структур (Потаев, 2009). Экологическая реновация направлена на восстановление целостности природного ландшафта и его адаптацию под новые функции. На территории Хабаровска по-прежнему высока доля кварталов, занятых ветхим деревянным жилым фондом с крайне низкой плотностью населения, часть из которых относится к инвестиционным зонам. Замещение устаревших зданий на современное компактное жильё не требует существенного повышения этажности, но освобождает пространства для формирования зелёных зон, рекультивацию которых необходимо проводить с расширением ассортимента дальневосточных видов растительности в составе озеленения (Морозова, 2018).

**В заключении** сформулированы основные выводы исследования:

1. Анализ методик и подходов к геоэкологической оценке урбанизированных территорий подчёркивает необходимость понимания структурной организации города, как сложной целостной системы, а также определения устойчивости и функциональной связности её компонентов. Для этого предлагается применение фрактального подхода к геоэкологической оценке, на основе которого определяется диапазон устойчивости урбогеосистемы, создающий базу для разработки практических рекомендаций по улучшению экологической ситуации и формированию экологически безопасной среды.

2. Экологическая ситуация Хабаровска сформирована совокупностью природных, социально-экономических и градостроительных факторов. На каждом из четырёх исторических этапов развития Хабаровска доминировала градостроительная парадигма, определявшая характер хозяйственного освоения территории, антропогенные изменения ландшафта и их последствия, что последовательно закрепились в планировочной системе и застройке города.

3. Антропогенная нагрузка на городской ландшафт Хабаровска увеличивалась по мере роста темпов промышленного развития и интенсификации застройки. На ранних этапах развития города не наблюдалось существенного изменения природного ландшафта. Рельеф выступал определяющим фактором размещения градостроительных структур. Наибольшей антропогенной преобразованности природный ландшафт

Хабаровска подвергся на социалистическом этапе развития. Это привело к ухудшению экологической ситуации.

4. Геоэкологическая оценка Хабаровска как урбогеосистемы установила, что территория города характеризуется природной дифференциацией. Денудационные и аккумулятивные формы рельефа обуславливают принципиально различные подходы к хозяйственному освоению, особенности антропогенной преобразованности городского ландшафта и экологической ситуации. Наиболее экстенсивно градостроительные структуры Хабаровска, включая промышленный пояс, развиты в южной части города, где наименее расчленённый рельеф способствовал ускоренным темпам освоения. Это выражается в повышении уязвимости территории к опасным экзогенным процессам, загрязнении компонентов городского ландшафта и ухудшении качества озеленения.

5. Различная степень антропогенной преобразованности городского ландшафта Хабаровска определяет ареалы экологической ситуации различной степени остроты. Опасная экологическая ситуация, характеризующаяся утратой элементов природного ландшафта, складывается на 17% территории (53,3 км<sup>2</sup>). Напряжённая экологическая ситуация в существенно нарушенных антропогенной деятельностью городских ландшафтах формируется на 32% территории (100,4 км<sup>2</sup>), что занимает практически половину площади города на правом берегу реки Амур. Удовлетворительная экологическая ситуация в умеренно нарушенных ландшафтах занимает 16% территории (50,2 км<sup>2</sup>). Благоприятная экологическая ситуация и наименьшая антропогенная преобразованность ландшафта характерна 35% территории (109,8 км<sup>2</sup>), приуроченной в основном к природным комплексам левобережной части, освоение которой затруднено из-за подтопления и заболачивания поймы. Эти территории нейтрализуют негативное антропогенное воздействие, сконцентрированное в староосвоенных районах.

6. Выделение основных источников антропогенной нагрузки – компонентов городской инфраструктуры Хабаровска (жилых, промышленно-коммунальных и природно-рекреационных зон и дорожно-транспортной сети, обеспечивающей связность между ними) позволило провести анализ их плотности и функциональной связанности на основе диапазона устойчивости урбогеосистемы. Выявлена диспропорция в территориальном планировании Хабаровска, последовательно сформировавшая в связи с экстенсивным развитием градостроительных структур в районе общественно-делового ядра и прилегающих к нему территорий. В результате этого между аттракторами градостроительного развития – рекой Амур и Транссибирской железнодорожной магистралью возникла линейная система обширных гомогенных промышленных и жилых пространств с избыточно развитой сетью дорог и внутриквартальных проездов, которые подавили природно-рекреационные зоны и вызвали острые экологические проблемы.

7. Улучшение экологической ситуации и градостроительной структуры Хабаровска – комплексный взаимообусловленный процесс, в основе которого лежит восстановление функций природного ландшафта территории, защита от проявления неблагоприятных экзогенных процессов, смещение деловой активности населения из области исторического центра на периферию. Основу мероприятий по оптимизации территориального планирования составляет экологическая реновация, позволяющая сформировать градостроительные комплексы с повышенным качеством жилья и благоустройства, а также развитой системой озеленения.

### **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Статьи, опубликованные в изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий:**

1. **Ермакова Ю.И.** Комплексная геоэкологическая оценка урбанизированной территории на примере города Хабаровска // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2023. – Том 8, № 4 (34). – С. 25-30.
2. Кочуров Б.И., **Ермакова Ю.И.**, Литвиненко В.В., Мовчан М.А. Устойчивое развитие сложных (эмерджентных) природно-хозяйственных геосистем // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 2. – С. 75-80.
3. **Ермакова Ю.И.** Экологическая реновация как способ восстановления естественного ландшафта на территории города Хабаровска // Проблемы региональной экологии. - 2022. - № 3. - С. 79-87.
4. **Ермакова Ю.И.**, Кочуров Б.И. Эколого-градостроительный аспект развития Хабаровска в условиях изменения природы и общества // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – № 1. – С. 49-59.
5. **Ермакова Ю.И.**, Кочуров Б.И. Эколого-градостроительная эволюция планировочной системы Хабаровска // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – № 3. – С. 105-114.
6. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., **Ермакова Ю.И.**, Фомина Н.В. Геоэкологический прогноз и использование энергоносителей // Экологические системы и приборы. – 2020. – № 4. – С. 39-50.

**Статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах WoS и SCOPUS и др.:**

1. **Ермакова Ю.И.**, Кочуров Б.И. Природно-ландшафтные, исторические и градостроительные факторы развития Хабаровска // Юг России: экология, развитие. – 2022. – №3. – С. 153-162.
2. **Ermakova Y.I.** The Problems of Urban Planning Evolution of Khabarovsk City and their Solution Through Ecological Renovation // Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2021). – Atlantis Press, 2021. – С. 543-549.
3. Kochurov B.I., Ivashkina I.V., **Ermakova Y.I.** Self-organization and self-development of urbogeosystems // Geography and Natural Resources. – 2021. – №. 3. – P. 37-44.

4. Kochurov B.I., Ivashkina I.V., Fomina N.V., **Ermakova Y.I.** Urban Health Approach to the Study and Development of Large Cities // Geography and Natural Resources. – 2020. – № 41, Issue 3. – P. 203-210.

на русском: Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Фомина Н.В., **Ермакова Ю.И.** Медико-урбанистический подход к изучению и развитию крупных городов // География и природные ресурсы. – 2020. – № 3. – С. 5-13.

**Статьи, опубликованные в других научных журналах и изданиях:**

1. Кочуров Б.И., **Ермакова Ю.И.**, Ивашкина И.В. Инновационные подходы к геоэкологической оценке и прогнозированию сложных природно-антропогенных геосистем // Природа и общество: интеграционные процессы: материалы Международной научно-практической конференции Пятые ландшафтно-экологические чтения, посвященные Г.Е. Гришанкову. – Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2022. – С. 14-20.

2. Кочуров Б.И., Цветков И.В., **Ермакова Ю.И.**, Ивашкина И.В. Комплексная геоэкологическая оценка урбогеосистем: экодиагностика и модели // VII Семеновские чтения: наследие П.П. Семенова-Тян-Шанского и современная наука: материалы Международной научной конференции. - Липецк, 2022. - С. 22-26.

3. **Ермакова Ю.И.**, Кочуров Б.И. Мультифрактальные модели и другие инновационные подходы к изучению антропогенных систем // Рациональное природопользование: традиции и инновации: материалы III Международной конференции (Москва, МГУ, 20-22 октября 2022 г.) / Отв. ред. д-р экон. наук, проф. М.В. Слипенчук. – Москва: Изд-во Наука, 2022. – С. 366-373.

4. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Фомина Н.В., **Ермакова Ю.И.** Особенности развития городов после пандемии коронавируса // География и экология в школе XXI века. – 2021. – № 3. – С. 15-23.

5. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Фомина Н.В., **Ермакова Ю.И.** Экологическое развитие России: ноосферная конвергенция в системе территория - ресурсы - населения - экономика - экология // Финно-угорские народы в контексте формирования общероссийской гражданской идентичности и меняющейся окружающей среды: материалы Международной научной конференции / Под ред. А.Е. Загребин. – Саранск: Изд. центр Ист.-социол. ин-та, 2020. – С. 417-420.

6. **Ермакова Ю.И.** Экологические риски Хабаровского мегаполиса / Сб. трудов Шестой Междунар. науч.-практич. конф. «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование» (29 ноября - 1 декабря 2018 г.). – Москва: Изд-во ООО «Буки-Веди». – 2018. – С. 348-353.

7. **Ермакова Ю.И.** Техногенные, социальные и культурные критерии оценки экосистем крупных городов России на примере Москвы и Хабаровска // Научные труды географического факультета МПГУ: сборник статей / Сост. В.В. Гамага. – Москва, 2017. – С. 199-203.