

**Для цитирования:** Гордеев С. С.,  
Кочеров А. В., Меркер В. В.  
Анализ трансформации «зеленых зон»  
неоднородного социального пространства:  
на примере агломерации Челябинска  
и городского бора //  
Социум и власть. 2021. № 4 (90). С. 83—93.  
DOI 10.22394/1996-0522-2021-4-83-93.

УДК 332.12

DOI 10.22394/1996-0522-2021-4-83-93

## АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ «ЗЕЛЕННЫХ ЗОН» НЕОДНОРОДНОГО СОЦИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА: НА ПРИМЕРЕ АГЛОМЕРАЦИИ ЧЕЛЯБИНСКА И ГОРОДСКОГО БОРА<sup>1</sup>

**Гордеев Сергей Сергеевич,**

Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации,  
Челябинский филиал  
заведующий лабораторией моделей  
пространственного развития,  
кандидат экономических наук.  
Челябинск, Россия.  
E-mail: sgordeev222@gmail.com

**Кочеров Андрей Валерьевич,**

Южно-Уральский государственный университет,  
начальник Управления  
международного сотрудничества,  
Челябинск, Россия.  
E-mail: kocherov.andrey@gmail.com

**Меркер Вера Викторовна,**

Челябинский государственный университет,  
директор Ботанического сада,  
кандидат биологических наук,  
Челябинск, Россия.  
E-mail: VMerker@rambler.ru

### Аннотация

Исследование посвящено проблемам трансформации сложной неоднородной пространственной системы — городской агломерации с уникальным природным комплексом. В работе во взаимосвязи затронуты вопросы ограниченного пространственного развития, зонирования территорий, преобразования поселенческого каркаса, социальных трансформаций, интеграции наиболее значимых градообразующих объектов. Для прогнозирования преобразований в такой системе рассматривается сложная многоуровневая модель — «биосферное ядро vs окружающая городская среда». Формирование такой модели для анализа перспективного развития территории предполагает обновление методологии системного социо-эколого-экономического анализа развития неоднородных пространственных систем, интеграции картографической и цифровой информации, адаптации информационных технологий визуализации, в том числе инструментария «неогеографии». В исследовании на примере развития городской среды Челябинской агломерации с уникальной «зеленой зоной» (Челябинский городской бор) дан анализ основных перспектив пространственного развития территории как сложной многоуровневой социально-экономической системы. Основные результаты исследований создадут предпосылки для существенного расширения возможностей анализа перспектив устойчивого социо-эколого-экономического развития сложных пространственных систем с уникальными природными объектами и эффективного управления региональным развитием.

### Ключевые слова:

регион,  
устойчивое развитие,  
пространственная трансформация,  
агломерация,  
биосферная среда,  
неогеография,  
визуализация

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-010-00964 (в части исследований по формированию моделей устойчивого развития территорий). Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Челябинской области, грант № 20-44-740008 (в части изучения особенностей естественного лесного покрова).

### **Введение в проблему пространственной трансформации Челябинской агломерации с «биосферным ядром» Челябинского городского бора**

В исследовании трансформации социального пространства в качестве основных факторов традиционно рассматривались социально-экономические. В общем случае социальное пространство представляется как неоднородное множество взаимосвязанных векторных объектов, отражающих распределение различных видов капитала на определенной территории (экономического, социального, культурного и др.).

Однако по мере роста значимости вопросов окружающей среды в развитии ряда территорий на первый план стали выходить экологические факторы. Подобными объектами в неоднородном социальном пространстве прежде всего являются особые экологические рекреационные зоны. В таких условиях *экологические оценки пространственного развития* приобретают особое значение.

Глобальные структурные изменения в экономике и трансформации социального пространства традиционно приводят к росту нагрузки на окружающую среду. Такие изменения все более заметны на многих территориях. Исторически унаследованная траектория пространственных преобразований часто существенно меняется с непредсказуемыми экологическими, социальными и экономическими последствиями. Далее неизбежно быстрое устаревание стратегий развития, генеральных планов и территориальных схем. Проектирование пространственного развития городских систем в подобных условиях существенно затрудняется.

Неэффективность пространственного развития особенно заметна при существенных и необратимых нарушениях природной среды. Особые проблемы возникают у территорий, где степень антропогенной нагрузки (величина прямого или косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на компоненты природных систем) многократно превышает допустимую. Множество разнообразных проблем, связанных с существенным превышением антропогенной нагрузки, наблюдается в большинстве индустриально развитых территорий.

Проблемно-ориентированное проектирование развития территорий позволяет в подобных ситуациях минимизировать негативные последствия и обеспечить сба-

лансированное изменение основных параметров развития систем (уменьшить риски внутренних противоречий системы). При этом обеспечиваются лучшие социально-экономические результаты и снижаются отрицательные последствия «техногенеза» (нежелательные изменения ландшафтов под воздействием производственной деятельности человека).

В последнее время особое значение приобретают ограничения устойчивого природопользования (гарантирующие, что эксплуатация ресурсов может осуществляться неограниченно долго). Подобные ограничения (условия) обычно рассматриваются в рамках проблемы устойчивого развития (sustainable development).

В проблеме устойчивого развития рассматривается множество категорий и трактовок на уровне как глобальных, так и локальных пространственных систем. Вопросы устойчивого развития особенно значимы для неоднородных пространственных систем со сложными и специфическими взаимосвязями экономических, социальных и экологических факторов.

В последнее время все больше целей устойчивого развития связано с вопросами преобразований окружающей среды. Изменение окружающей среды и соответственно условий социо-эколого-экономического развития очевидны для особых пространственных систем — городских агломераций. На территориях агломераций возрастают угрозы превышения допустимого антропогенного воздействия на биосферу и необратимых последствий.

Любая агломерация во многом уникальна и имеет свою пространственную специфику. Существенные различия могут быть также в уровне антропогенной нагрузки на отдельные элементы природного каркаса агломерации. Очевидны также угрозы выхода многих социально-экономических процессов за исторически сложившиеся региональные и муниципальные административные границы.

Агломерации как динамичные быстро трансформирующиеся пространственные системы при развитии коммуникаций интегрируют множество объектов городской среды, связанных с высоким экономическим ростом и нагрузкой на окружающую среду. Агломерации могут включать различные природные, в том числе уникальные, объекты и часто становятся «драйвером» региональных преобразований. Агломерации расширяются и постепенно меняют траекторию развития других окружающих территорий.

Сложные взаимосвязи процессов, определяющих развитие агломерации как сложной системы, предъявляют дополнительные требования к построению моделей трансформаций. В подобных условиях особое значение приобретает построение моделей объектов агломераций. Среди них на особом месте уникальные объекты природопользования.

В моделях устойчивого развития города и мегаполисы обычно рассматриваются как однородные пространственные (точечные) объекты с большим числом показателей, хотя их целесообразно рассматривать как гораздо более сложные неоднородные системы [7].

Расширение возможностей исследования трансформации сложных, неоднородных городских пространственных систем (при рассмотрении множества объектов) связано с качественным обновлением информационного обеспечения, применением компьютерных геоинформационных технологий и новых источников данных. В подобных исследованиях особое место занимает использование *проблемно-адаптированной компьютерной графики — моделей визуализации пространственного развития*.

Далее в статье рассматриваются результаты исследования по формированию модели устойчивого развития системы «биосферное ядро и окружающая городская среда». Такая сложная система образуется в центральной части (ядре) агломерации индустриального центра Урала — Челябинска (с численностью населения более миллиона человек). Ключевой объект природного рекреационного каркаса системы — *Челябинский городской бор* (далее — бор).

Бор принадлежит к числу крупных городских лесопарков площадью более тысячи гектаров (размером 2,5 на 5 км). В ядре Челябинской агломерации бор является единственным масштабным лесным и одновременно парковым массивом, расположенным в 3 км от центра мегаполиса и с высотной жилой застройкой у границ. Бор как остаток реликтового соснового леса (общей площадью около 12 кв. км), сохранил часть своих первичных биосферных особенностей. Бор является уникальным рекреационным объектом окружающей городской системы и обеспечивает высокую капитализацию прилегающих территорий. Однако в условиях высокой антропогенной нагрузки бор теряет часть своих биосферных свойств и имеет неоднозначные перспективы.

Городская среда одного из наиболее экологически проблемных городов Рос-

сии — Челябинска — отличается высоким уровнем техногенного загрязнения. Последствия необратимых изменений бора (выхода биосистемы бора за границу устойчивого развития) неизбежно отражаются на перспективах развития мегаполиса и прилегающих территорий.

Далее в статье на примере системы «бор — городское пространство агломерации» рассматриваются результаты исследования трансформации сложной, неоднородной по структуре территории в условиях роста антропогенной нагрузки. Масштаб и острота внутренних противоречий такой системы делает ее эталонным объектом для исследования проблем устойчивого развития. Ключевую роль в исследовании приобретает *проблемная адаптация геоинформационных технологий, связанная с зонированием территорий* по различным признакам, что существенно расширяет возможности анализа перспектив.

Методы визуализации в моделях трансформации неоднородных пространственных систем: анализ устойчивости и технологии «неогеографии».

Специфика рассматриваемой системы требует обновления ряда положений междисциплинарного системного анализа пространственных трансформаций и адаптации соответствующего ИТ-инструментария [21].

В условиях существенных перемен универсальную модель трансформации даже ограниченного класса пространственных систем построить нереально (с достаточной для практического использования степенью детализации и точности). При качественном различии основных объектов природно-ресурсного каркаса агломерации число рассматриваемых факторов и сценариев развития многократно возрастает.

Далее сюда добавляются проблемы формализации и недостатка информации. Подобные условия определяют *процедуру последовательного многоэтапного исследования вопросов трансформации агломерации* как сложной системы (при формировании информационной базы с максимальным отражением местной специфики).

Первый этап процедуры анализа связан с определением основных характеристик агломерации (в рамках требований устойчивого развития). Затем следует классификация основных составляющих (включая природные) и определение основных параметров преобразования системы. Далее следует систематизация наиболее значимых закономерностей трансформации, определение траекторий возможного развития как

пространственной системы в целом, так и ключевых объектов — пространственных «драйверов развития».

Возможности качественно нового решения многих задач пространственного развития связаны с новыми источниками все возрастающего объема информации о поверхности Земли (данные дистанционного зондирования Земли). Новые геоинформационные данные, дополняя существующие источники информации, позволяют существенно расширить представление о текущем состоянии и взаимосвязях пространственных объектов.

Первичным источником геоинформационных данных выступают данные космических и аэрофотоснимков. Они доступны в информационных системах широкого пользования (геопространственный сервис Google Earth и др.). Обработка снимков связана с подготовкой соответствующего инструментария (распознавание образов, Big Data, искусственный интеллект и др.). Подобное дополнение управленческих технологий рассматривается в качестве важного компонента нового направления управления региональным развитием [1].

Создание новой геоинформационной среды (с увеличившимися на несколько порядков объемами данных) позволяет выделить новый класс математических моделей регионального развития — «моделей *neogeography*» [23]. Важными свойствами этого класса моделей являются: применение растрового (не векторного) представления географической информации, интеграция разнокачественных слоев пространства. Далее следует разграничение зон *по определенному набору социальных, экологических и экономических индикаторов*. Эти качества моделей неогеографии особенно важны в рассматриваемом исследовании. Построение таких моделей имеет ряд особенностей и ограничивается возможностями геопространственного сервиса [9; 11].

Рассматриваемый класс моделей непосредственно связан с визуализацией и агрегированием разнокачественной информации. Среди графических моделей, отображающих территориальный объект на разных уровнях абстрагирования и формализации, подобные модели занимают свое определенное промежуточное место между классическими картами и абстрактными схемами. Такие модели отражают развитие технологий использования проблемно-ориентированной графической информации и формируют базу для дополняющих цифровых оценок.

Графическая основа рассматриваемых моделей может существенно отличаться от обычных и цифровых географических карт и географических информационных систем. Например, в формате «картоидов» или «geographical cartogram» [5; 15].

В рамках моделей неогеографии картографическая основа дополняется цифровыми данными с возможностью расширения границ исследования. Определение основных параметров модели неогеографии для специфического объекта, каким является большая «зеленая» зона в ядре агломерации, связана с адаптацией ряда устойчивого развития. В рассматриваемом случае адаптация определяется системой ограничений и приоритетов по трансформации лесного массива и окружающей его территории (при оценке множества факторов, определяющих антропогенную нагрузку).

В первоначальной постановке проблема устойчивого развития базируется на очевидном утверждении — замкнутая система, использующая ограниченные ресурсы, не может расти бесконечно. Пределы роста системы обусловлены объемами этих ресурсов и требованием удовлетворения потребностей без ущерба для возможности будущих поколений (в редакции World Commission on Environment and Development).

Многие общие положения устойчивого развития глобального уровня требуют уточнения при исследовании отдельных зон. Устойчивость развития рассматривается объединяющим моментом в управлении экономическими, экологическими и социальными процессами с развернутой системой целей [6; 17]. Однако при рассмотрении целей устойчивого развития в реальной многоуровневой системе управления с имеющимися институтами неизбежно возникает ряд противоречий.

Вопросы развития экономики экстерриториальны в рамках национальной экономики. Управление многими социальными процессами жизнедеятельности находится в ответственности регионов. Многие экологические вопросы (природопользования и охраны окружающей среды) концентрируются на местном, муниципальном уровне. В региональных системах возможности управления экологическими, социальными и экономическими процессами существенно различаются, а дисбаланс интересов (национальных, региональных и муниципальных) в подобных системах неизбежен.

В общесистемных основах устойчивость — это фундаментальное свойство,

характеризующее способность систем к существованию, и если система принципиально неустойчива, то она не может существовать (У. Эшби [16]). В рамках системной парадигмы (Я. Корнаи [8]) национальная экономика всегда находится в состоянии равновесия и имеет множество вероятных, «нормальных» состояний системы. В условиях разнонаправленного действия множества факторов и появления новых траектории трансформации подобных систем в определенные моменты могут быть нестабильными. Сюда добавляются условия недостатка данных и противоречивой нестабильной динамики.

В подобной ситуации для моделей региональной системы (исходя из ее специфики) необходимо определить ряд дополнительных уточняющих положений устойчивого развития.

- В условиях противоречий поиск решений во многом определяется эффективностью компромисса (соотношением потерь и выигрышей).
- Период прогнозирования определяется параметрами развития основного объекта территории (в нашем случае биосферными характеристиками лесного массива).
- Вопросы сохранения окружающей среды рассматриваются в пределах допустимого антропогенного воздействия на биосферу (до границы необратимых последствий). Далее они выступают в форме ограничений (например: сохранение биологического разнообразия является обязательным).
- Вокруг любого продолжительно действующего пространственного объекта рассматриваемой системы неизбежно формируется относительно устойчивый комплекс других объектов, меняющих его характеристики.
- В проблематике устойчивого развития присутствует множество социальных вопросов (общественного здоровья, социальной стабильности и др.), определяемых спецификой развития соседних территорий.
- Возможности быстрого «разворота» трендов пространственной динамики ограничены инерционной составляющей развития («Path Dependence» [2]).

Рассмотренные положения устойчивого развития локальной системы затрагивают множество вопросов корректной оценки трансформации неоднородной пространственной системы. Большинство таких вопро-

сов оценки междисциплинарные. Они специфичны и далеки от полной методической проработки.

Подобные оценки связаны с рассмотрением математических основ различных форм устойчивости, рассмотрением некоторой области фазового пространства, возвратом в исходную точку (Ж. Лагранж, А. Ляпунов). Адаптация инструментария оценок устойчивости для региональных систем неизбежно связана с интеграцией как классического математического аппарата, так и междисциплинарных основ и системного анализа [9; 22]. Приняв во внимание изложенные выше основы анализа трансформацию подобных систем целесообразно рассматривать с точки зрения междисциплинарных *основ развития неравновесных структур* в рамках «философии нестабильности» (И. Пригожин [3; 13]). Ряд важных моментов рассматриваемой «временной нестабильности» (нелинейность процессов, неоднородность рассматриваемой среды, факторы синергетики и др.) непосредственно определяет классификацию объектов.

В подобных условиях неизбежно сочетание нескольких принципов оценки устойчивости в многоэтапной процедуре анализа. Организация подобных процедур предполагает обновление основ анализа пространственного развития на базе методологии «мягких систем» — применения системного мышления к несистематическим ситуациям [18]. Диапазон возможных решений при организации процедур здесь весьма широк. Визуализация в подобной процедуре становится одним из ключевых элементов процедуры анализа [10; 20] (см. формирование слоев графической основы, разграничение зон и др.).

Визуализация в модели трансформации неоднородных систем формата «биосферное ядро vs окружающая городская среда» непосредственно связана с многоуровневым проблемно-ориентированным зонированием и проводится на нескольких уровнях с нарастающей детализацией.

*Первый — уровень окружающей городской среды* (характеристики качества жилой среды и инфраструктуры),

*второй — уровень территории бора* (различных участков и других объектов).

На первом уровне рассматриваются факторы антропогенной нагрузки в окружающей городской среде:

- изменение рекреационных зон,
- транспортная доступность, концентрация населения на прилегающей территории,

- снижение антропогенной нагрузки за счет формирования альтернативных парковых зон и др.

На втором уровне рассматриваются:

- состояние биосферной среды территории бора;
- выделение участков наиболее ценной (значимой) преимущественно хвойной составляющей (на фоне насаждений лиственных пород);
- отдельные зоны пустот (поляны, пустыри);
- анклавы городских поселений, влияющие на различные хозяйственные объекты;
- участки повышенной антропогенной нагрузки и др.

Оцифровка соответствующих зон в соответствии выделенными приоритетными требованиями устойчивого развития (при учете нелинейности основных зависимостей) обеспечивает создание качественно новой основы для рассмотрения сценариев трансформации как территории бора, так и прилегающего городского пространства.

Использование технологий визуализации с элементами «неогеографии» в сочетании с «мягкой» итеративной процедурой исследования, адаптация к условиям специфики неоднородной окружающей среды (городской агломерации) предопределяет развитие методологии системного анализа развития подобных сложных систем.

В совокупности это открывает качественно новые возможности для постановки и решения новых задач устойчивого пространственного социо-эколого-экономического развития.

Использование рассмотренных основ системного анализа и соответствующего инструментария представлено далее на примере моделей «биосферное ядро vs окружающая городская среда» для Челябинской городской агломерации.

### Результаты анализа перспектив развития территории городского бора и окружающей городской среды

Построение модели устойчивого развития «зеленого» ядра (Челябинского городского бора) во взаимодействии с городской средой Челябинской агломерации позволило выявить и классифицировать ряд важных особенностей пространственной трансформации такой системы (с большим числом факторов влияния, внутренних неоднородностей и противоречий).

Общий вид системы в формате «городская среда — бор» Челябинской агломерации представлен на рис. 1. Территория бора и зоны его получасовой транспортной доступности (во многом определяющей антропогенную нагрузку) представлены на различной картографической основе.

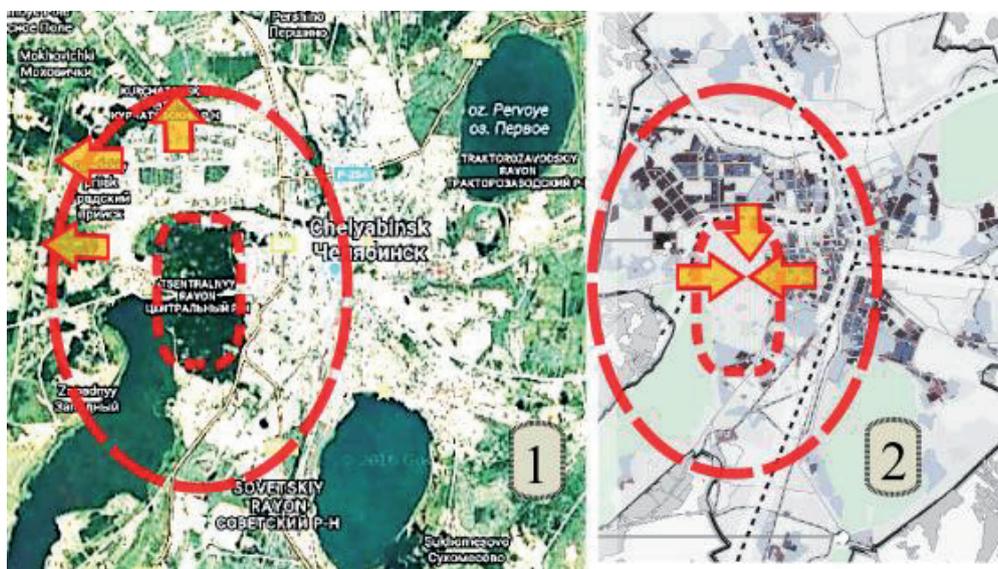


Рис. 1 Общий вид системы «городская среда — бор» в Челябинской агломерации — территория бора и зона получасовой транспортной доступности:  
 (1) на фоне фотоснимка территории,  
 (2) на фоне схемы распределения жилой застройки и плотности населения

На основе фотоснимка территории (рис. 1, 1) показаны направления для снижения антропогенной нагрузки при создании альтернативных рекреационных «зеленых» зон (с выходом за территорию города).

На основе схемы жилой застройки и распределения населения (рис. 1, 2) показаны основные направления роста антропогенной нагрузки (при росте концентрации населения на прилегающих территориях). Плотность населения по зонам жилой застройки отмечена заливкой по мере роста, от светлой к темной.

Также определены следующие особенности городской среды. Особая значимость бора для городской среды (как пространственного градообразующего объекта) обусловлена недостатками природного ресурсного каркаса Челябинска.

- Обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования в городе в три раза ниже проектной нормы. Неравномерное размещение лесных, лесопарковых и парковых зон преимущественно на городских окраинах и за границами города.
- В зоне получасовой транспортной доступности от бора проживает более 600 тыс. человек, что при отсутствии других заметных рекреационных зон создает предпосылки многократного роста антропогенной нагрузки на бор (рис. 1, 2). Повышение концентрации населения на прилегающих территориях за счет массового многоэтажного жилищного строительства (при ограниченности инфраструктуры) обуславливает нелинейность роста угроз бору.
- Дополнительной оценки требуют динамичные факторы, быстро меняющие текущую ситуацию в городском пространстве. Среди них: сокращение охраняемой «буферной» зоны бора, строительство на оставшихся рекреационных территориях (включая жилое) и др. Отдельно следует отметить перераспределение части антропогенной нагрузки на «внешние» лесные массивы «зеленого кольца» при преобразовании городского и пригородного пространства Челябинска (рис. 1, 1).

*Проблема трансформации бора определяется в первую очередь не внутренними, а внешними факторами пространственного развития городской среды в отрыве от ее рекреационных возможностей.*

- Несбалансированность городской окружающей городской среды по

многим показателя устойчивого развития (начиная с наличия зон отдыха и «зеленых зон») создает неконтролируемый рост антропогенной нагрузки с неизбежными потерями для лесных массивов.

- Неконтролируемые потери бора в перспективе (худший сценарий — частичное или полное исчезновение лесного массива уже в обозримом будущем) неизбежно приведут к снижению капитализации всей городской территории с потерями для качества жизни населения.

*Результаты зонирования распределения растительности на территории бора по данным фотоснимков (после обработки по специализированному авторскому алгоритму) представлены на рис. 2. Три варианта растительности бор отражают:*

- 1) общий вид территории бора с различными типами растительности;
- 2) основные зоны лесного массива сосны обыкновенной (в т. ч. на участках смешанного леса без пустырей полей, зарослей кустарников, нового «вторичного» лиственного леса);
- 3) сохранившиеся зоны «темного» полноценного соснового леса (без отдельно стоящих групп деревьев).

Структура территории бора рассматривается в контексте последних территориальных преобразований. Наблюдается частичное изменение границ лесного массива и все более явное деление территории на отдельные зоны. По общим оценкам текущего состояния доля наиболее ценной части насаждений преимущественно хвойной породы (сосны обыкновенной) на фоне остальной территории (разнородных насаждений лиственных пород, полей, пустырей и прочих объектов) составляет немногим более 50 % (рис. 2, 2).

Сохранившиеся зоны полноценного «темного» соснового бора еще на треть меньше (рис. 2, 3). Общая оценка указывает на тенденцию сокращения наиболее ценной, «преимущественно хвойной части» лесных насаждений (на 7—10 % за последние 5 лет). Причин здесь несколько. Основные из них: расширение полей, приграничное «сжатие», развитие сторонних объектов на территории лесного массива, замещение соснового леса лиственным. Подобные изменения создают риски угрозы потери основных качеств соснового леса в течение 20—25 лет (полупериод средней продолжительности жизни сосны обыкновенной) и дальнейшего распада территории бора

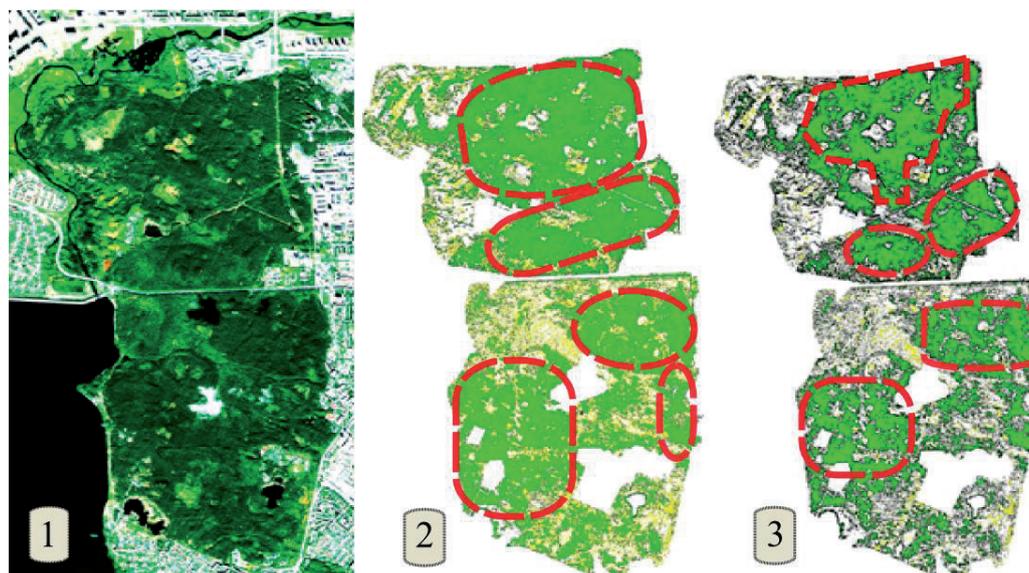


Рис. 2. Пространственное распределение растительности по территории бора по данным фотоснимков:  
 1 — общий вид территории с различными типами растительности,  
 2 — основные зоны лесного массива (сосновый и смешанный лес),  
 3 — сохранившиеся зоны полноценного «темного» соснового бора

на отдельные полупарковые зоны. Далее реален проблемный сценарий остаточного существования соснового леса (разрушения структуры лесного массива в течении 50 лет с неизбежной потерей качества биосферной среды).

Отдельной оценки требует появление «пустот» на фоне насаждений лиственных пород (поляны, пустыри, анклавы городских территорий), фактически потеря участков наиболее ценной преимущественно хвойной части леса. Неоднородная, фрагментарная структура значительной зоны оставшегося «преимущественно хвойной части насаждения» повышает угрозы самовосстановления.

Смена текущих негативных тенденций эволюции бора предполагает реализацию комплекса мероприятий. Они направлены на смену трендов унаследованной траектории и решения проблемы ухода от «эффекта колеи» [2; 14]. В данном случае решение проблемы усложняется сложными и специфическими взаимосвязями между биологическими и социальными процессами.

Учитывая существенную неоднородность лесного массива и большое число сторонних объектов, альтернативный сценарий развития территории бора связан с выделением зон покоя на фоне рекреационных зон общего назначения. Подобное

деление связано с адаптацией ряда положений формирования биосферного резервата и обеспечивает лучшую сохранность пространства наиболее ценной (значимой) части бора. Расширение зон далее становится важным элементом практики самовосстановления соснового леса при обеспечении устойчивого состояния биосферной среды.

В перспективе устойчивое развитие территории бора совместно с прилегающими территориями становится условием развития всей региональной системы, роста капитализации городской среды и качества жизни населения.

**Заключение: возможности использования моделей «биосферное ядро vs окружающая городская среда»**

Рассмотрение условий устойчивого развития территории на обновленной инструментально-методической базе открывает новые возможности в решении задач пространственных трансформаций. Новые возможности связаны детализацией приоритетов развития городской среды (прежде всего инфраструктурных) и биосферных объектов (с сохранением биологического разнообразия).

Подобная детализация открывает новые возможности многоуровневого зонирования, проведения более глубоких и пространственных адресных биосферных исследований. При сложных социо-эколого-экономических взаимосвязях городского пространства и территории бора обеспечение сбалансированности траекторий развития открывает дополнительные возможности и перспективы синергии при развитии системы.

Специфичность развития Челябинского городского бора и городской среды во многом определяется масштабом и остротой противоречий Челябинской агломерации [4]. Схожие проблемы развития подобных систем характерны для многих индустриальных районов Урала и Сибири, а также множества других территорий. Рассмотренные в исследовании основные закономерности пространственной трансформации, как и элементы используемого инструментария, во многом универсальны. Они легко адаптируемы для многих неоднородных систем формата «биосферное ядро vs окружающая городская среда».

1. Акбердина В. В., Тюлин А. Е., Чурсин А. А., Юдин А. В. Влияние кросс-индустриальных информационных инноваций космической отрасли на экономический рост в регионах России // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 1. С. 228—241.

2. Аузан А. А. «Эффект колеи». Проблема зависимости от траектории предшествующего развития эволюция гипотез // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2015. № 1. С. 3—17.

3. Васильева Л. Н. Наследие И. Р. Пригожина и социальные науки // Социологические исследования. 2009. № 6. С. 28—37.

4. Глазычев В., Стародубровская И. и др. Челябинская агломерация: потенциал развития. Челябинск, 2008. 278 с.

5. Гордеев С. С. Оценка устойчивости пространственного социо-эколого-экономического развития в среде геоинформатики // Вестник ЧелГУ. 2016. С. 37—49.

6. Зубаревич Н. В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135—145. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-135-145>.

7. Зырянов С. Г., Гордеев С. С., Понькина А. О. Интеграционные приоритеты пространственного развития муниципальных образований в условиях формирования цифровой экономики // Научный ежегодник

Центра анализа и прогнозирования. 2018. № 2. С. 9—18.

8. Корнаи Я. Системная парадигма// Вопросы экономики. 2002. № 4. С. 4—22.

9. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения : собр. соч. Т. 2. М. : Изд-во АН СССР, 1956. С. 7—271.

10. Нейтан Я. Искусство визуализации в бизнесе. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 352 с.

11. Основы геоинформатики / под ред. В. С. Тикунова. М. : Академия, 2004

12. Попов Р. А., Пузанов А. С. Проблемы управления городскими агломерациями в современной России. // Городской альманах. Вып. 4. М. : Фонд «Институт экономики города», 2008.

13. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46—52.

14. Растворцева С. Н. Теоретические аспекты возможности ухода экономики региона от траектории предшествующего развития // Журнал экономической теории. 2018. Т. 15, № 4. С. 633—642. DOI: 10.31063/2073-6517/2018.15-4.8.

15. Тикунов В. С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? Опыт формальных классификаций. Смоленск : Изд-во Смолен. гуманитар. ун-та, 1997.

16. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. М. : КомКнига, 2005. 432 с.

17. Bobylev S. N., Solovyeva S. V Sustainable development goals for the future of Russia// Studies on Russian Economic Development. 2017. Т. 28, № 3. С. 259—265 DOI: 10.1134/S1075700717030054.

18. Checkland P. Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective // Systems Research and Behavioral Science. 2000. № 17. P. S11—S58. DOI: 10.1002/1099-1743(200011)17.

19. Eremchenko E., Gorin S., Tikunov V., Radevski I. Digital earth as next step in cartography // International Scientific Conference GEOBALCANICA 2017 : conference proceedings. 2017. P. 121—126 DOI: 10.18509/GBP.2017.17.

20. Gray J., Bounegru L., Milan S., Ciuccarelli P.). Ways of seeing data: towards a critical literacy for data visualizations as research objects and research devices. // Innovative Methods in Media and Communication Research. 2017. London, U. K. : Palgrave Macmillan. P. 227—252. DOI: 10.1007/978-3-319-40700-5\_12.

21. Gordeev S., Kocherov A., Merker V. Visualization of the sustainable development model of the green core of the agglomeration: the neogeography of the Chelyabinsk urban pine forest // Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial

Region”, E3S Web of Conferences 258, 12002/2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202125812002.

22. Remco I. L. The historical development of classical stability concepts: Lagrange, Poisson and Lyapunov stability // *Nonlinear Dynamics*. 2010. Vol. 59, no. 173. DOI: 10.1007/s11071-009-9530-z.

23. Turner A. Introduction to Neogeography. Short Cuts, O'Reilly Media. 2006.

## References

1. Akberdina V. V., Tjulín A. E., Chursin A. A., Judin A. V. (2020) *Jekonomika regiona*, vol. 16, iss. 1, pp. 228—241. DOI: 10.17059/2020-1—17 [in Rus].

2. Auzan A.A. (2015) *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 6: Jekonomika*, no. 1, pp. 3—17 [in Rus].

3. Vasil'eva L.N. Nasledie I.R. (2009) *Sociologicheskie issledovanija*, no. 6, pp. 28—37. [in Rus].

4. Glazychev V., Starodubrovskaja I. i dr. (2008) Cheljabinskaja aglomeracija: potencial razvitija. Cheljabinsk, 278 p. [in Rus].

5. Gordeev S. S. (2016) *Vestnik ChelGU*, pp. 37—49 [in Rus].

6. Zubarevich N.V. (2019) *Voprosy jekonomiki*, no. 1, pp. 135—145. Available at: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-135-145> [in Rus].

7. Zyrjanov S.G., Gordeev S.S., Pon'kina A.O. (2018) *Nauchnyj ezhegodnik Centra analiza i prognozirovanija*, no. 2, pp. 9—18 [in Rus].

8. Kornai Ja. (2002) Sistemnaja paradigm. *Voprosy jekonomiki*, no. 4, pp. 4-22 [in Rus].

9. Ljapunov A.M. (1956) Obshhaja zadacha ob ustojchivosti dvizhenija. Moscow, Izdatel'stvo AN SSSR, t. 2, pp. 7-271 [in Rus].

10. Nejtan Ja. (2013) *Iskusstvo vizualizacii v biznese*. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber, 352 p. [in Rus].

11. *Osnovy geoinformatiki* (2004) . Moscow, Akademija [in Rus].

12. Popov R.A., Puzanov A.S. (2008) Problemy upravlenija gorodskimi aglomeracijami v

sovremennoj Rossii. *Gorodskoj al'manah*. Iss. 4. Moscow, Fond «Institut jekonomiki goroda» [in Rus].

13. Prigozhin I. (1991) *Voprosy filosofii*, no. 6, pp. 46—52 [in Rus].

14. Rastvorceva S.N. (2018) *Zhurnal jekonomicheskoj teorii*, vol. 15, no. 4, pp. 633—642. DOI: 10.31063/2073-6517/2018.15-4.8 [in Rus].

15. Tikunov V.C. (1997) Klassifikacii v geografii: renessans ili uvjadanie? Opyt formal'nyh klassifikacij. Smolensk, Izd-vo Smolen. gumanitar. un-ta [in Rus].

16. Jeshbi U.R. (2005) *Vvedenie v kibernetiku*. Moscow, KomKniga, 432 p. [in Rus].

17. Bobylev S.N., Solovyeva S.V (2017) *Studies on Russian Economic Development*, vol. 28, no. 3, pp. 259—265. DOI: 10.1134/S1075700717030054 [in Eng].

18. Checkland P. (2000) *Systems Research and Behavioral Science*, no. 17, pp. S11—S58. DOI:10.1002/1099-1743(200011)17 [in Eng].

19. Eremchenko E., Gorin S., Tikunov V., Radevski I. (2017) Digital earth as next step in cartography. *International Scientific Conference GEOBALCANICA 2017*. Pp. 121—126. DOI: 10.18509/GBP.2017.17 [in Eng].

20. Gray J., Bounegru L., Milan S., & Ciuccarelli P. (2017) Ways of seeing data: towards a critical literacy for data visualizations as research objects and research devices. *Innovative Methods in Media and Communication Research*, London, U. K., Palgrave Macmillan. P. 227—252 DOI:10.1007/978-3-319-40700-5\_12 [in Eng].

21. Gordeev S., Kocherov A., Merker V. Visualization of the sustainable development model of the green core of the agglomeration: the neogeography of the Chelyabinsk urban pine forest. *Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region"*, E3S Web of Conferences 258, 12002. 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202125812002 [in Eng].

22. Remco I.L. (2010) *Nonlinear Dynamics*, vol. 59, no. 173. DOI: 10.1007/s11071-009-9530-z [in Eng].

23. Turner A. (2006) Introduction to Neogeography. Short Cuts, O'Reilly Media [in Eng].

**For citing:** Gordeev S.S.,  
Kocherov A.V., Merker V.V.  
Analyzing the transformation of “green zones”  
in a heterogeneous social space:  
as exemplified by the agglomeration  
of Chelyabinsk and the city pine forest //  
Socium i vlast'. 2021. № 4 (90). P. 83—93.  
DOI: 10.22394/1996-0522-2021-4-83-93.

UDC 332.12

DOI 10.22394/1996-0522-2021-4-83-93

**ANALYZING  
THE TRANSFORMATION  
OF “GREEN ZONES”  
IN A HETEROGENEOUS  
SOCIAL SPACE:  
AS EXEMPLIFIED  
BY THE AGGLOMERATION  
OF CHELYABINSK  
AND THE CITY PINE FOREST**

**Sergey S. Gordeev,**

The Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration,  
Chelyabinsk branch  
Head of the Laboratory  
of Spatial Development Models,  
Cand. Sc. (Economics).  
Chelyabinsk, Russia.  
E-mail: sgordeev222@gmail.com

**Andrey V. Kocherov,**

South Ural State University,  
Head of the International Cooperation Department,  
Chelyabinsk, Russia.  
E-mail: kocherov.andrey@gmail.com

**Vera V. Merker,**

Chelyabinsk State University,  
Director of the Botanical Garden,  
Cand. Sc. (Biology),  
Chelyabinsk, Russia.  
E-mail: VMerker@rambler.ru

**Abstract**

The research is focused on the problems of transforming a complex heterogeneous spatial system, urban agglomeration with a unique natural complex. The paper touches upon the following issues: restrictions on spatial development, zoning of territories, transformation of the settlement framework, social transformations, and integration of the most significant city-forming objects. To predict transformations in such a system, a complex multilevel model is considered — “the biosphere core vs. urban environment”. Forming such a model to analyze the prospective development of the territory involves updating the methodology aimed at the systemic socio-ecological-economic analysis of developing heterogeneous spatial systems, integration of cartographic and digital information, adaptation of IT visualization technologies, including the “neogeography” toolkit.

In the study the authors analyze the main prospects for the spatial territory development as exemplified by developing the urban environment of the Chelyabinsk agglomeration with a unique “green zone” (Chelyabinsk urban forest), complex multi-level socio-economic system. The main research results create the prerequisites for a significant expansion of the possibilities for analyzing the prospects for sustainable socio-ecological-economic development of complex spatial systems with unique natural objects and effective management of regional development.

**Keywords:**

region,  
sustainable development,  
spatial transformation,  
agglomeration,  
biosphere environment,  
neogeography,  
visualization