

На правах рукописи

Шакирова Альбина Равильевна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)**

Специальность 25.00.36 – геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Томск – 2007

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Томский государственный университет»,
на кафедре географии

Научный руководитель: доктор географических наук,
доцент Евсеева Нина Степановна

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Рогов Геннадий Маркелович

доктор географических наук,
профессор Дюкарев Анатолий Григорьевич

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Томский политехнический университет»

Защита состоится 28 марта 2007 года в 14.30 часов на заседании диссертационного совета К 212.267.07 в Томском государственном университете по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, главный корпус ТГУ, ауд. 119

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 34а

Автореферат разослан «22» февраля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Н.И. Савина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Негативные социально-экологические тенденции последних лет определяют необходимость выявления региональных факторов экологического риска и снижения неблагоприятного эффекта их воздействия, что служит основой экологической политики и устойчивого эколого-экономического развития регионов. Наиболее остро проблема взаимодействия человека и окружающей среды возникает в городах, где в условиях высокой плотности населения, большой концентрации промышленности и транспорта возникают наиболее опасные виды загрязнений. Интенсивное использование природных ресурсов, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сброс сточных вод и многие другие факторы оказывают локальное, рассредоточенное, прямое или опосредованное воздействие на геоэкологическую ситуацию в городах. В урбанизированном мире, в условиях неизбежного прогрессирующего антропогенного изменения природной среды, геосистемы не могут быть сохранены в естественном состоянии, поэтому так важно оценить микрогеографические различия в уровне антропогенного воздействия на территории города для выделения локальных максимумов экотоксикации при формировании городской экологической политики.

Несмотря на многочисленные геоэкологические исследования по эколого-географическому анализу и картографированию геоэкологических ситуаций Ю.А. Израэля (1979), В.С. Преображенского (1992), А.М. Грина (1995), Б.И. Кочурова (1997, 1999, 2003); А.Г. Емельянова (1999); А.Г. Исаченко (2001, 2003); А.И. Жирова (2002) и др., актуальность данного вопроса высока в связи с недостаточной разработкой комплексного подхода к геоэкологической оценке состояния окружающей среды.

Проведение комплексного исследования, учитывающего особенности социально-экономического развития, многообразие природных условий, характер и виды антропогенных нагрузок, является важной и актуальной задачей и для г. Томска – одного из старейших городов Сибири.

Цель исследования – оценка территориальной дифференциации степени геоэкологической напряженности г. Томска. Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие **задачи**:

- проанализировать физико-географические условия территории г. Томска с точки зрения особенности ландшафтных, климатических, геоморфологических, гидрологических ресурсов;

- обобщить социально-экологические факторы антропогенного воздействия в г. Томске на разных этапах развития за период XVII – начало XXI вв.;
- разработать методику комплексной оценки геоэкологической напряженности городской среды и алгоритм расчета интегрального индекса экологической напряженности;
- на основе разработанной методики провести оценку устойчивости природных систем территории города к антропогенному воздействию и оценить комплексное антропогенное воздействие на городскую среду Томска;
- рассчитать интегральный показатель геоэкологической напряженности на территории г. Томска;
- провести типизацию территории г. Томска на основе природно-антропогенных факторов и степени экологической напряженности городской среды;
- разработать программу автоматизированного расчета интегрального индекса геоэкологической напряженности городской среды Томска.

Предмет исследования – геоэкологические ситуации г. Томска в историческом срезе с учетом факторов антропогенного воздействия.

Теоретическая и методологическая основа исследования – фундаментальные разработки в области геоэкологии – Б.И. Кочурова, А.Г. Емельянова, А.И. Жирова и др.; урбоэкологии – Е.Н. Перцика, Г.М. Лаппо, В.Г. Битюковой и др.; физической географии – А.Г. Исаченко, В.С. Преображенского, Ф.Н. Милькова и др., а также материалы региональных научных исследований А.М. Адама, В.П. Парначева, Л.П. Рихванова, А.В. Мананкова, Б.Д. Белана, Е.Г. Язикова, В.Е. Ольховатенко, Н.В. Крепши, Г.Г. Журавлева, Л.С. Косовой и др., а также разработки автора.

Информационная база и методы исследования. В основу диссертационной работы положены картографические и эмпирические материалы, характеризующие состояние окружающей среды, природного потенциала, экономики и населения г. Томска, а также динамику социально-экологического развития на территории города с момента его образования. Геоэкологическое исследование охватывает территорию городской среды Томска в границах до 1997 г. площадью около 16,4 тыс. га. Для оценки геоэкологической ситуации г. Томска использовались карты: планы г. Томска 1818, 1872, 1911, 1933 гг.; карта канализации г. Томска (1966); карта почв и растительности окрестностей Томска (1928); карта инженерно-геологического зонирования г. Томска по степени опасности и уровню риска для городской застройки масштаба 1:40 000 (1998);

разномасштабные топографические карты; геологическая карта г. Томска (1999); геоморфологическая карта г. Томска масштаба 1:50000 (2005); карта почв масштаба 1:40 000 (2005) и др. Эмпирической базой проведения исследования послужили данные Государственного комитета статистики Томской области, Государственного архива Томской области, фондовых материалов Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода» Администрации Томской области, фондовых материалов Государственного учреждения «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», ежегодных обзоров состояния окружающей среды Томской области и другие данные, полученные из опубликованной литературы.

Основные методы исследования: описательный, картографический, сравнительно-географический, математико-статистический, комплексного анализа. Автором для оценки геоэкологической ситуации г. Томска разработана методика комплексной оценки геоэкологической напряженности городской среды на основе теоретических концепций В.Г. Битюковой, Б.И. Кочурова, Э.Г. Коломыца, И.Л. Марголиной, Ю.А. Хазиахметовой и др. Кроме этого в основу методики положены материалы эмпирической базы и составлена серия промежуточных карт-схем: развития городской застройки г. Томска в XVII–XXI вв., ландшафтно-исторических районов г. Томска, устойчивости природной среды г. Томска к антропогенному воздействию, комплексного антропогенного воздействия на территории г. Томска, комплексной оценки степени геоэкологической напряженности территории.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Адаптирована методика комплексной оценки геоэкологической напряженности городской среды применительно к крупномасштабным исследованиям города с картографическим отображением.
2. Выделены семь социально-экологических этапов антропогенного воздействия на городскую среду Томска (1604 – начало 2005 гг.).
3. Выявлены изменения территории города Томска с 1933 г. по 2005 г.
4. Выделены 53 ландшафтно-исторических района и определены 20 диагностических показателей, характеризующих геоэкологическое состояние городской среды.
5. Выполнена комплексная оценка, отражающая остроту геоэкологической ситуации в городе.
6. Проведена типизация территории г. Томска по степени геоэкологической напряженности.

7. Разработана программа автоматизированного расчета интегрального индекса геоэкологической напряженности городской среды.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Изменение геоэкологического состояния города происходит в результате возрастания антропогенного воздействия и усиления территориальной дифференциации городской среды, что позволило выделить 7 социально-экологических этапов антропогенного воздействия на городскую среду Томска.
2. Операционной территориальной единицей (ОТЕ) оценки геоэкологической напряженности г. Томска является ландшафтно-исторический район, который показывает результат развития городской среды в конкретных ландшафтных условиях.
3. Оценка комплекса диагностических показателей, характеризующих геоэкологическое состояние городской среды, позволила провести типизацию территории г. Томска по степени геоэкологической напряженности, изменяющейся от незначительной до средней.

Практическая значимость работы. Результаты, полученные в ходе исследования, можно рассматривать как исходный материал для разработки основных направлений проведения региональной геоэкологической политики на территории г. Томска; а также при подготовке специалистов – географов, экологов. Эффективность исследования подтверждена актом внедрения результатов разработок в практическую деятельность государственного природоохранного ведомства ОГУ «Облкомприрода» Администрации Томской области (акт от 11.01.06); разработанные программы автоматизированного расчета коэффициента интенсивности урбанизации и интегрального индекса геоэкологической напряженности зарегистрированы в отраслевом фонде алгоритмов и программ (свидетельство № 50200401488 от 20.12.2004; № 50200401488 от 13.12.06). Результаты исследования также используются в учебном процессе Института дистанционного образования Томского государственного университета в преподавании курсов «Геоинформационные системы», «Географические информационные системы на уроках географии» (справка от 18.01.07). Разработанный автором алгоритм интегральной оценки экологической напряженности может быть применен в работе региональных природоохранных служб для совершенствования системы экологического мониторинга и контроля, повышения экологической безопасности города.

Апробация работы. По материалам диссертации опубликовано 20 научных работ, среди них публикации на научно-практических конференциях и семинарах разного уровня, в том числе международных, всероссийских и региональных в Томске (2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006), в Новосибирске (2004, 2005), в Омске (2005), в Екатеринбурге (2005), в Горно-Алтайске (2006). Результаты работы опубликованы в издании центральной печати «Вестник Томского государственного университета» (2005, 2006).

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и 20 приложений. Основной текст изложен на 188 страницах и включает 54 рисунка, 27 таблиц. Список литературы содержит 224 источника.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Теоретические и методические аспекты геоэкологических исследований городской среды

В данной главе рассмотрены различные теоретические подходы к геоэкологическим проблемам урбанизированных территорий, методам изучения которых посвящено большое количество научных работ (Н.Б. Барбаш, С.А. Куролап, В.А. Хабаров, Б.И. Кочуров, В.Р. Битюкова и др.). Анализ существующих методов геоэкологических исследований показал, что разработка способов оценки антропогенных воздействий и устойчивости к ним природных систем базируется на выделении ведущих геоэкологических факторов и выявлении их пространственных взаимосвязей. Тем не менее в настоящее время уделяется мало внимания изучению характера взаимосвязей между элементами геосистем и их изменением деятельностью человека. Поэтому для получения интегральной схемы взаимодействия в системе «природа-общество» необходимы новые методологические подходы, учитывающие как степень антропогенного воздействия, так и последствия для природной среды и человека. Оптимизации методик решения этих задач способствуют ГИС-технологии и их применение для выявления пространственно-временных геоэкологических закономерностей (Шакирова, 2006). Автором в работе адаптируется методика комплексной оценки геоэкологической напряженности городской среды, которая позволяет выявить блоковую структуру оценки геоэкологической ситуации и разработать обобщенный алгоритм расчета геоэкологической напряженности (рисунок 1, 2). Анализ рисунка 1 показывает, что первый информационный блок состоит из изучения физико-географических, социально-экологических факторов развития

городской среды и особенностей изменения территории города под воздействием хозяйственной деятельности человека. Статистический блок представляет собой процедуру выделения операционно-территориальных единиц (ОТЕ), характеризующихся разным геоэкологическим состоянием, и выбор комплекса диагностических показателей (рисунок 5): природные (рельеф, озеленение общего пользования, почвы и др.) и антропогенные (объем валовых выбросов, площадь застройки, площадь автодорог и др.). Третий аналитический блок – расчеты комплексных показателей природной устойчивости и антропогенного воздействия, интегрального индекса геоэкологической напряженности. Четвертый блок представляет собой анализ и картографическую интерпретацию произведенных расчетов, выявление территориальной дифференциации по степени геоэкологической напряженности.



Рисунок 1. Блок-схема оценки геоэкологической напряженности городской среды

На основе третьего и четвертого блоков составлен обобщенный алгоритм расчета геоэкологической напряженности (рисунок 2), который отражает последовательность расчета интегрального индекса геоэкологической напряженности.

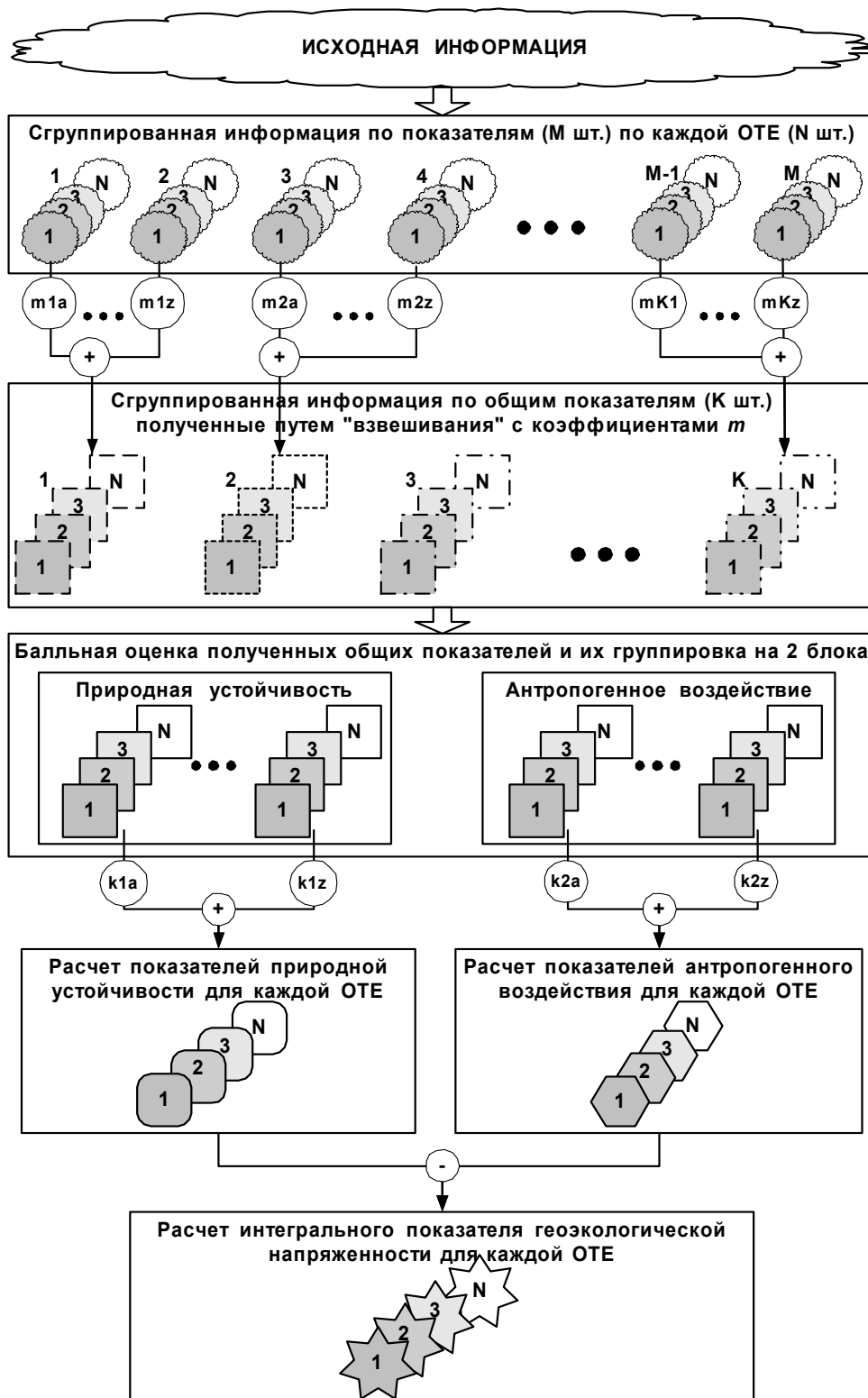


Рисунок 2. Обобщенный алгоритм расчета геоэкологической напряженности

В отличие от традиционных подходов, данный метод позволяет фиксировать микрогеографическое распределение геоэкологической напряженности в рамках выделенных ОТЕ и детализировать эволюцию развития геоэкологической ситуации на исследуемой городской территории. Результаты представленной методики на примере г. Томска изложены в последующих главах.

Глава 2. Физико-географические условия территории г. Томска

Процесс изменения ландшафтов в городах контролируется зонально-климатическими условиями, но давление городского хозяйства изменяет состав атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, биотических элементов ландшафтов на локальном уровне. Город Томск расположен на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской равнины, на стыке ее с отрогами Кузнецкого Алатау. Территория относится к складчатому обрамлению Западно-Сибирской плиты, но в то же время носит признаки типичной платформенной области, складчатый фундамент которой сложен породами палеозоя и протерозоя, а платформенный чехол – рыхлыми отложениями мезозоя-кайнозоя (Врублевский и др., 1987; Парначев, 1999). Приуроченность города к долине р. Томи определяет ступенчатый облик рельефа: основная часть города расположена в пределах поймы и надпойменных террас р. Томи и ее притоков. Кроме того, в черту города входит коренной борт долины Томи и западная часть Томь-Яйской междуречной равнины. Абсолютные отметки в черте города изменяются от 73 м (урез воды в р. Томи) до 150-180 м.

Климат г. Томска континентально-циклонический, с коротким теплым летом и продолжительной холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха в Томске -0.6°C . Различия в высотных отметках и формах рельефа, наличие лесной растительности, ориентация долины р. Томи непосредственно влияют на микроклимат города, в первую очередь на их температурный и ветровой режим.

Главная водная артерия г. Томска и его окрестностей – р. Томь, длина которой в пределах города составляет 20 км. Ширина русла варьируется от 250 до 650 м. На территории г. Томска в р. Томь впадают небольшие притоки: рр. Ушайка, Басандайка и Киргизка.

По общей схеме почвенно-географического районирования Томской области территория города относится к подзоне дерново-подзолистых супесчаных и песчаных, серых лесных оподзоленных почв, со значительными контурами темно-серых лесных, черноземно-луговых, лугово-черноземных оподзоленных и пойменных почв. Растительность разнообразна: Томск и его окрестности входят в состав подтаежной подзоны, которая является переходной от темнохвойной тайги и сосновых лесов к мелколиственным лесам (Григор и др. 1962; и др.). Дифференциация природно-антропогенных ландшафтов на территории г. Томска сводится нами к выявлению природных комплексов – типов и подтипов местностей, обособление которых вызвано варьированием литологического

состава поверхностных отложений и форм мезорельефа. Выделены четыре типа местности: пойменный, надпойменно-террасовый, междуречный, склоновый. Изменение структуры ландшафтов под воздействием антропогенной деятельности ведет, прежде всего, к трансформации растительного и почвенного покрова, снижению природного потенциала ландшафта в целом.

Глава 3. Социально-экологические факторы развития города и современное антропогенное воздействие на окружающую среду

Изучение эволюции хозяйственной деятельности человека и ее влияние на ландшафты в Томске позволило выделить семь этапов развития социально-экологических ситуаций, связанных с ростом численности населения, с интенсификацией промышленного производства и связанного с ними нарастающего антропогенного воздействия, и сформулировать первое защищаемое положение. Социально-экологические этапы (таблица 1) выделены по преобладающим факторам антропогенного воздействия: по изменению структуры топливного баланса, отраслевой структуры производства и связанных с ними видов загрязнения, по особенностям территориального роста и развитию городского коммунального хозяйства, динамики численности населения, сокращения площади зеленых насаждений и снижения потенциала самовосстановления среды (Шакирова, 2005, 2006). Соглашаясь с мнением Г.М. Лаппо (1997), автор считает, что благодаря сложившимся физико- и эколого-географическим условиям Томск успешно прошел все стадии развития сибирских городов: военная крепость – торговый центр – крупный промышленный центр, что способствовало обострению геоэкологических проблем г. Томска (Евсеева, Шакирова, 2001).

Глава 4. Геоэкологический анализ урбанизированных территорий

В данной главе представлены анализ и расчет комплексной оценки геоэкологической напряженности и ее картографическая интерпретация (рисунок 1, 2). Так, на основе анализа карт сложных урочищ г. Томска 1933 г. и 2005 г. выявлены особенности пространственного изменения городской среды. Первоначально в Томске застраивалась поверхность II надпойменной террасы, основными направлениями застройки были северное, северо-восточное и восточное.

С учетом природных и антропогенных факторов (рисунок 5), характера длительности хозяйственного использования территории в пределах г. Томска автором выделены 53 ландшафтно-исторических района, имеющих разное геоэкологическое состояние (рисунок 3).

Таблица 1. Характеристика этапов формирования геоэкологической ситуации в г. Томске (по Дмитриенко, 2000; Томск..., 2004 и др.)

Факторы формирования геоэкологической ситуации	Этапы формирования геоэкологической ситуации						
	Период слабого воздействия		Период усиления воздействия		Период сильного воздействия		
	Этап локального воздействия (XVII в.)	Этап активного экономического развития (XVIII в.)	Этап начала промышленного воздействия (XIX – начало XX в.)	Этап развития территориальной дифференциации экол. обстановки (1920-1940 гг.)	Этап техногенного воздействия во время ВОВ	Этап планомерного преобразования городской среды (1945-1990 гг.)	Современный этап увеличения антропогенного воздействия (1991-2005 гг.)
Основные события в жизни города	Основание острога, 1604 г.	Строительство Сибирского тракта, мануфактурное производство	Появление предприятий фабричного типа	Новая экономическая политика	Размещение эвакуированных предприятий	Активное промышленное воздействие	Интенсивная застройка
Население на начало этапа (тыс. чел.)	1604 г. – ок. 90 чел.	1817 г. – 10,4	1913 г. – 83,0	1921 г. – 91,0	1940 г. – 145,1	1945 г. – 167,5	1991 г. – 505,6 2005 г. – 487
Общая площадь земель в пределах городской черты на начало этапа, га	4,3 га	17,1 га	12,9 тыс. га	16,5 тыс. га	16,0 тыс. га	16,0 тыс. га	1991 г. – 16,4 тыс. га; 2005 г. – 28,9 тыс. га
Промышленное развитие (на начало этапа)	Развитие ремесел: насчитывалось 17 ремесленных цехов	224 предприятий «промышленного» производства (223 ремесленные, 1 - мануфактурное)	260 предприятий «промышленного» производства; строительство Сибирской железной дороги	281 предприятие «промышленного» производства	47 крупных промышленных предприятий, в т.ч. эвакуированных - 24	67 крупных промышленных предприятий, развитие химической промышленности	1991 г. – 74 действующих предприятия; 2005 г. – 256 промышленных предприятий
Городское хозяйство (на начало этапа): площадь застроенных земель, га; общая протяженность улиц, км	н.с.	1,1 га	0,9 га; водопровод, начало электрификации	1,5 га; 110 км; начало развития пассажирского транспорта	2,7 га; 125 км	2,8 га; 136 км; перевод на подземное водоснабжение населения	1991 г. – 8,2 га, 309 км; 2005 г. – 10,3 га; 526 км; увеличение строительства
Геоэкологические проблемы	Начало воздействия на водные объекты (коммунально-бытовые стоки) и литогенную основу, локальное загрязнение атмосферы		Воздействие на водные объекты (продукты крашения, органические соединения и др.), загрязнение атмосферы		Формирование промышленных зон и устойчивых ареалов воздушного и почвенного загрязнения, водных источников; изменение токсичности загрязнения с появлением новых отраслей; появление шумового, электромагнитного и теплового загрязнения; ухудшение здоровья населения		

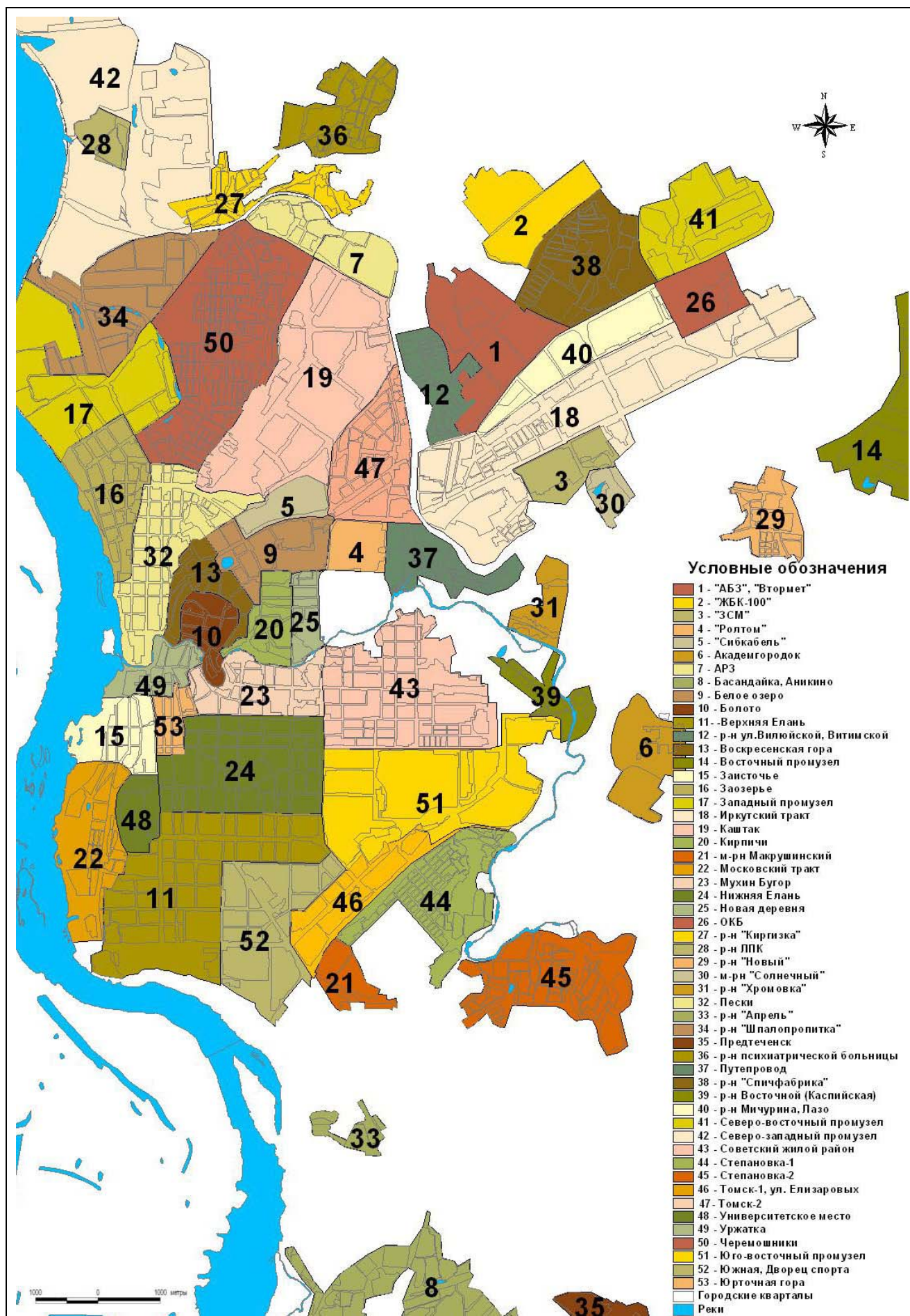


Рисунок 3. Карта-схема ландшафтно-исторических районов г. Томска

Так, районы «Академгородок» и «Западный промышленный узел» формировались в 60-е гг. XX в., они имеют примерно одинаковую площадь (2,06 км² и 2,25 км², соответственно), располагаются на разных элементах рельефа (водораздельная равнина и высокая пойма р. Томи), различаются по числу промышленных предприятий (6 и 38). Структура земель в пределах районов отображена на рисунке 4. Таким образом, формирование геоэкологической ситуации этих районов зависит от разных природно-антропогенных условий, что позволило сформулировать второе защищаемое положение.

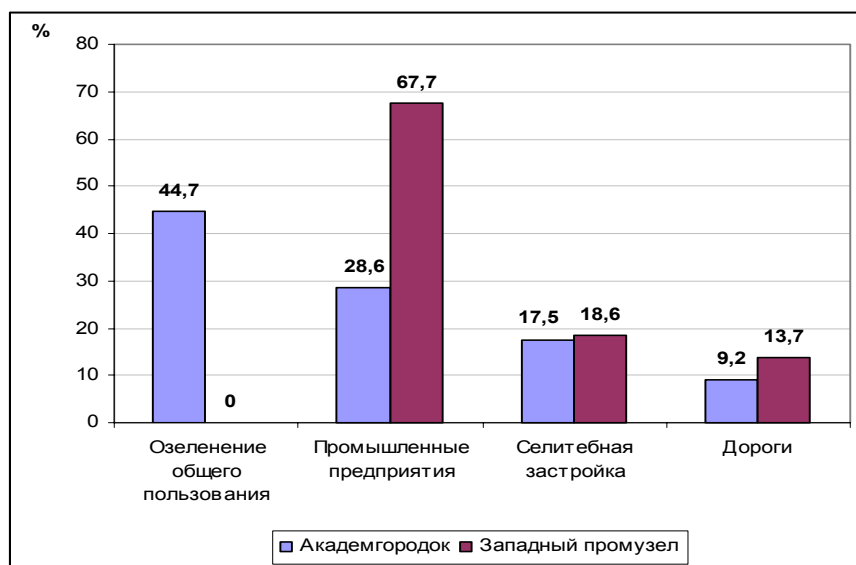


Рисунок 4. Земельная структура Академгородка и Западного промышленного узла

С целью оценки геоэкологической напряженности автором выделена система диагностических показателей, отражающих геоэкологическое состояние выделенных районов (рисунок 5). Для оценки геоэкологической напряженности необходимы промежуточные показатели комплексного антропогенного воздействия и устойчивости природных систем к химическому, физическому и механическому воздействию, на основе чего было сформулировано третье защищаемое положение.

Для оценки относительной устойчивости природных систем проводился выбор и анализ ведущих компонентов геосистем (рисунок 6). Наиболее значимыми природными факторами для формирования геоэкологической обстановки являются рельеф, поверхностные воды, растительный и почвенный покров, распространение опасных процессов рельефообразования. Каждый диагностический показатель был приведен к шкале балльных оценок [0; 5].

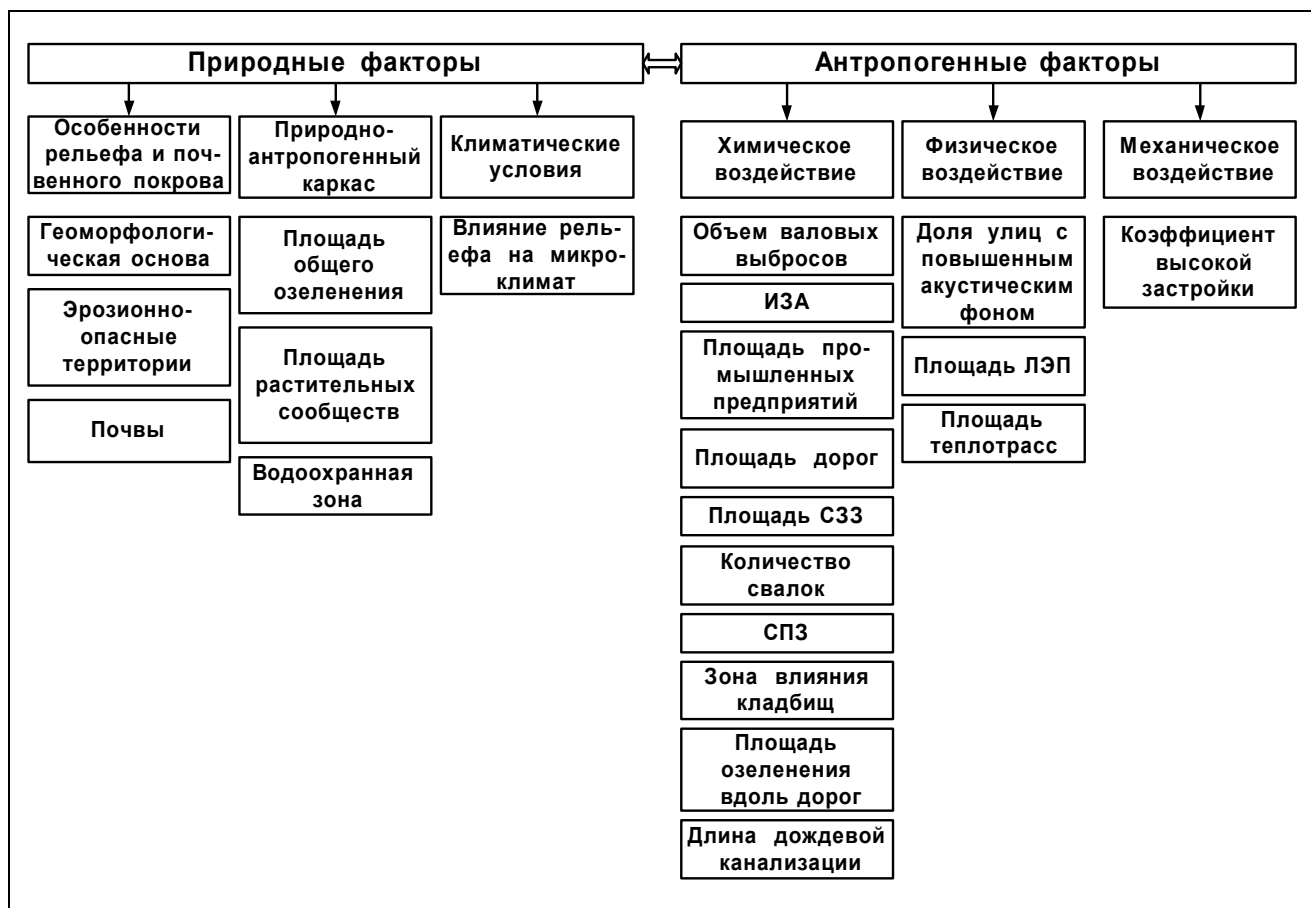


Рисунок 5. Система диагностических показателей для оценки геоэкологической ситуации

Процедура приведения показателей к единой шкале состоит из двух этапов: 1) приведение показателей по каждому ОТЕ к относительным единицам измерения (нормирование на площадь); 2) расчет каждого диагностического показателя с учетом его значимости (формула 1). Значимость определяется по результатам экспертных оценок и выражается в виде весовых коэффициентов, ранжированных согласно методике Э.Г. Коломыца (1998) в интервале [0; 1], при сумме всех коэффициентов равной 1.

$$\text{ЭУ} = 0,2(N_{\text{геоморф.}}) + 0,18(N_{\text{клим.}}) + 0,17(N_{\text{озел.}}) + 0,16(N_{\text{опасн.}}) + 0,15(N_{\text{почвы}}) + 0,14(N_{\text{водоохр.}}), \quad (1)$$

где: $N_{\text{геоморф.}}$, $N_{\text{клим.}}$, $N_{\text{озел.}}$, $N_{\text{опасн.}}$, $N_{\text{почвы}}$, $N_{\text{водоохр.}}$ – нормированные величины рассматриваемых характеристик (устойчивость геоморфологических элементов, влияние рельефа и лесистости на микроклимат, доля озеленения общего пользования, процент эрозионно-опасных территорий, коэффициент устойчивости почв, доля водоохраных зон). Таким образом, 0 баллов характеризует наиболее уязвимые территории, а 5 баллов – наиболее устойчивые природные территории к антропогенному воздействию. Выполненные автором расчеты показали, что наиболее устойчивыми территориями по отношению к антропогенному воздействию являются

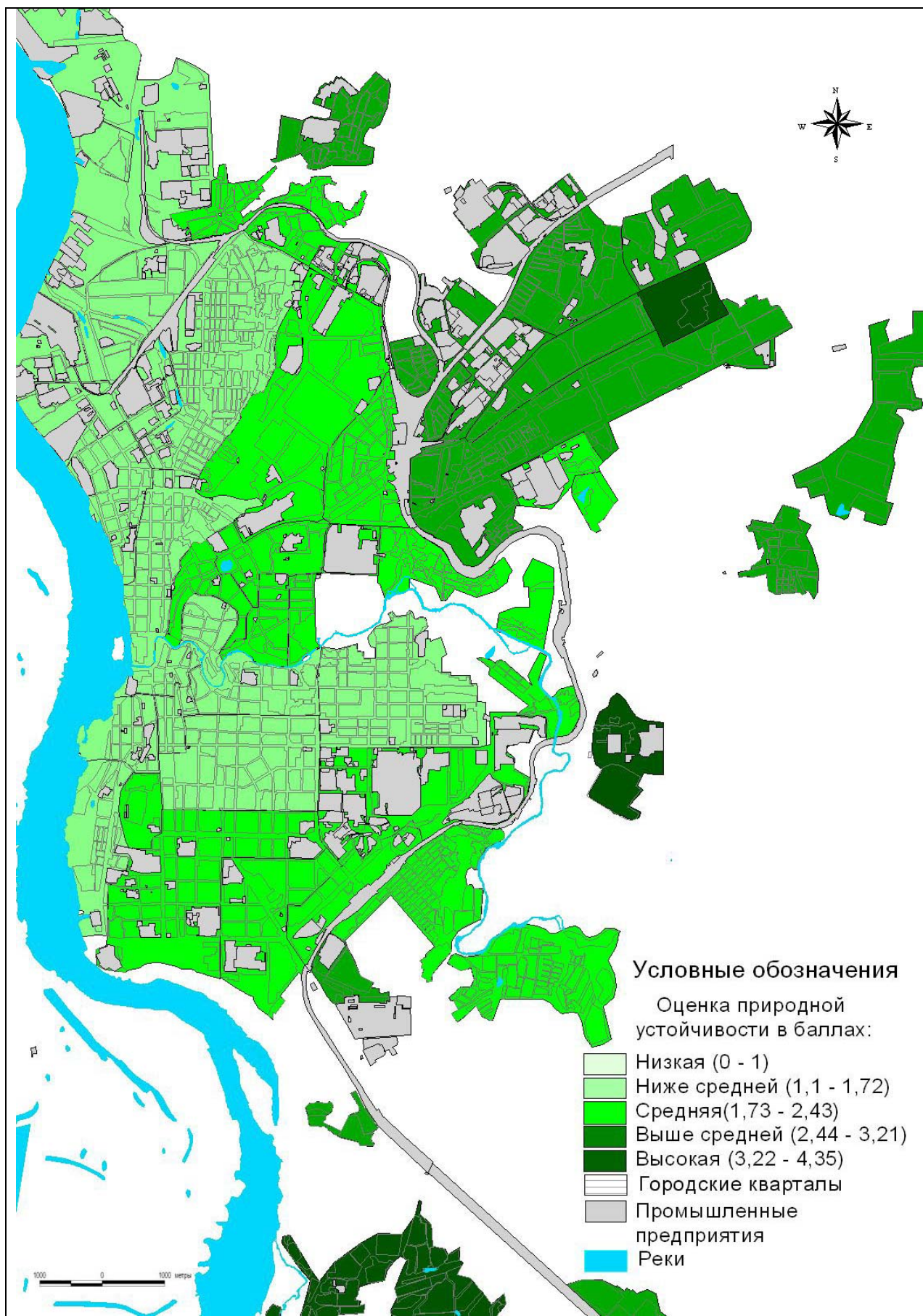


Рисунок 6. Карта-схема устойчивости природной среды г. Томска к антропогенному воздействию

юго-восточные, восточные и северо-восточные районы города (1, 2, 6, 8, 12, 14, 18, 21, 26, 29, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 47 ОТЕ). Они в основном расположены на междуречной равнине, имеют высокий уровень озеленения общего пользования и меньшую подверженность эрозионным процессам. Не устойчивыми к антропогенному воздействию являются западные и часть центральных территорий (10, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 28, 32, 34, 42, 43, 49, 50 ОТЕ) в основном из-за расположения в поймах рек и на надпойменных террасах.

Оценка антропогенного воздействия для территории г. Томска проводилась на основе ежегодной отчетной информации ОГУ «Облкомприрода» аналогично расчету относительной устойчивости природных систем (формула 2). При оценке уровня комплексного антропогенного воздействия использовалась следующая цепочка значимости, построенная на основе экспертных оценок: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – индекс загрязнения атмосферы – площадь промышленных предприятий – относительная площадь автодорог – относительная площадь многоэтажной застройки – площадь санитарно-защитных зон – длина улиц с повышенным уровнем шума – количество несанкционированных свалок – площадь охранных зон ЛЭП – относительная площадь теплотрасс – длина ливневой канализации.

$$AB=0,13(N_{\text{выбросы}})+0,12(N_{\text{ИЗА}})+0,11(N_{\text{предп.}})+0,11(N_{\text{дороги}})+0,1(N_{\text{застройка}})+0,09(N_{\text{СЗЗ}})+0,08(N_{\text{шум}})+0,07(N_{\text{свалки}})+0,06(N_{\text{СПЗпочв}})+0,05(N_{\text{ЛЭП}})+0,04(N_{\text{теплотр.}})+0,02(N_{\text{кладбища}})+0,01(N_{\text{озелен.}})+0,01(N_{\text{ливневка}}), \quad (2)$$

где: $N_{\text{выбросы}}$, $N_{\text{ИЗА}}$, $N_{\text{пром.предприятия}}$, $N_{\text{дороги}}$, $N_{\text{застройка}}$, $N_{\text{СЗЗ}}$, $N_{\text{шум}}$, $N_{\text{свалки}}$, $N_{\text{СПЗ}}$, $N_{\text{ЛЭП}}$, $N_{\text{теплотрасса}}$, $N_{\text{кладбища}}$, $N_{\text{озеленение}}$, $N_{\text{ливневка}}$ – нормированные величины рассматриваемых характеристик (валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, индекс загрязнения атмосферы, относительная площадь дорог, относительная площадь многоэтажной застройки, площадь санитарно-защитных зон, длина улиц с повышенным уровнем шума, количество несанкционированных свалок, суммарный показатель загрязнения почв, площадь охранных зон ЛЭП, относительная площадь теплотрасс, зона влияния кладбищ, площадь озеленения вдоль дорог, длина ливневой канализации).

Результаты расчета комплексного антропогенного воздействия на территорию города представлены на рисунке 7. Наиболее сильному комплексному антропогенному воздействию подвержены ОТЕ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 24, 41, 42, 43, 46, 51, 52 за счет концентрации на данных территориях промышленных предприятий разных классов опасности, повышенного индекса загрязнения атмосферы, повышенного уровня акустического дискомфорта,

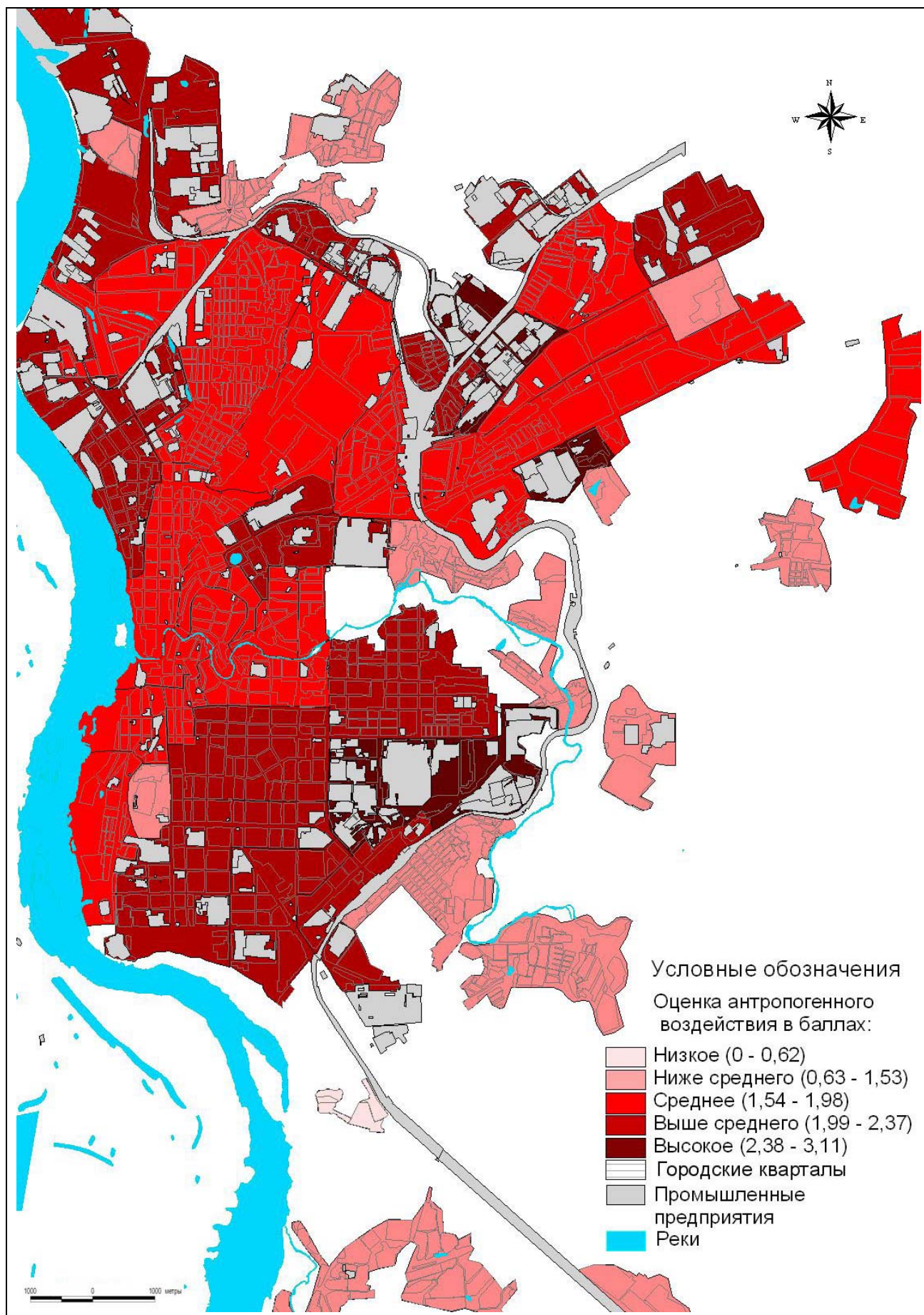


Рисунок 7. Комплексное антропогенное воздействие на территории г. Томска

большой площади санитарно-защитных зон при незначительном озеленении вдоль дорог. Наименее подвержены антропогенному воздействию ландшафтно-исторические районы, расположенные на юго-востоке и востоке города, где меньше сказывается воздействие атмосферного загрязнения (6, 8, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 48). Таким образом, наблюдается мозаичность размещения районов разной степени подверженности антропогенному воздействию из-за концентрации части предприятий в жилых кварталах, большой плотности застройки и большим числом улиц с повышенным уровнем шума.

Оценка геоэкологического состояния территории проводится на основе показателя геоэкологической напряженности по каждой ОТЕ. Под геоэкологической напряженностью понимается способность территории противостоять антропогенному воздействию (Марголина, 2002). Геоэкологическая напряженность определяется как разность между показателем устойчивости природных систем и показателем комплексного антропогенного воздействия, и может изменяться по данной методике в интервале от -5 до 5.

Распределение показателя геоэкологической напряженности по территории города не равномерно (рисунок 8, таблица 2). Наиболее сильная степень геоэкологической напряженности ($-1,24 < -0,76$) сложилась в западной и центральной частях города (16, 17, 42, 51 ОТЕ), испытывающих наибольшее антропогенное воздействие при небольшой компенсации его природной устойчивостью. Средняя степень ($-0,76 < -0,17$) характерна для центральной части города (3, 9, 10, 11, 15, 21, 22, 23, 24, 32, 34, 43, 47, 49, 50, 52, 53 ОТЕ). Умеренная степень ($-0,17 < 0,56$) характерна для юго-восточной, восточной, северо-восточной и северной окраин города (1, 2, 4, 5, 7, 13, 19, 20, 25, 28, 39, 44, 46 ОТЕ). Слабая и незначительная степень ($0,56 < 1,87$; $1,87 < 3,38$) характерна для пригородных территорий (6, 8, 12, 14, 18, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 48 ОТЕ), где антропогенное воздействие невелико и компенсируется природной устойчивостью. Расчеты автора показывают, что средний показатель геоэкологической напряженности по территории г. Томска – 0,38, то есть в целом территория имеет средний запас буферных свойств. Автором по классификации Б.И. Кочурова (1999) на территории г. Томска выделены участки с разными геоэкологическими ситуациями (таблица 2): 1) *удовлетворительная геоэкологическая ситуация*, где наблюдается незначительная и умеренная степень геоэкологической напряженности, на этих территориях допустимо увеличение антропогенного воздействия; 2) *конфликтная геоэкологическая ситуация* – территории

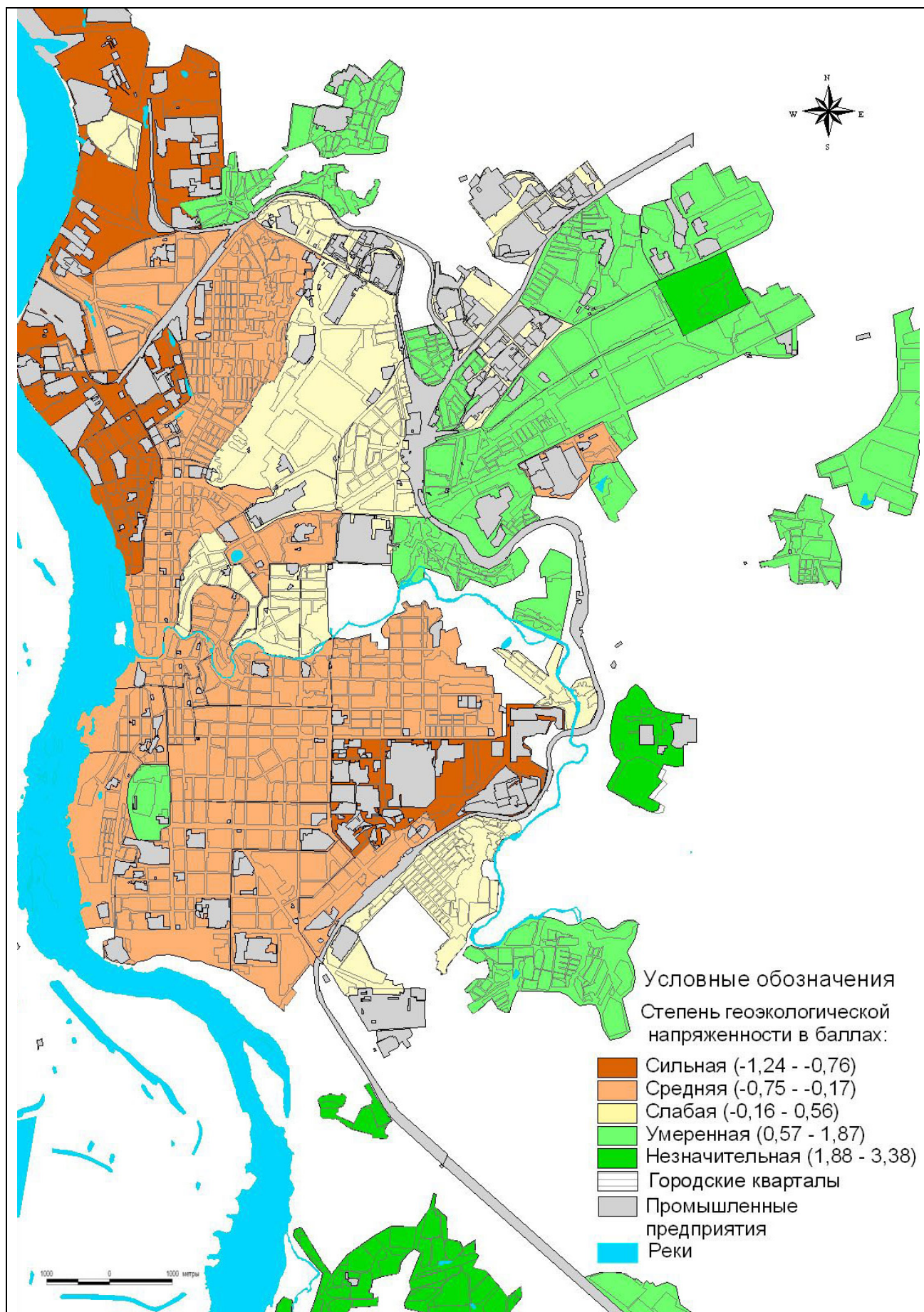


Рисунок 8. Степень геоэкологической напряженности на территории г. Томска

со слабой и средней степенью напряженности, где допустимо только сохранение воздействия на существующем уровне; 3) *критическая геоэкологическая ситуация* – территории с сильной степенью напряженности, где необходимо уменьшение антропогенного воздействия. *Кризисная и катастрофическая геоэкологические ситуации* в настоящее время на территории Томска не выделены.

Таблица 2. Характеристика показателя напряженности геоэкологической ситуации на территории г. Томска

Острота геоэкологической ситуации (по Кочурову, 1999)	Напряженность геоэкологической ситуации	Ландшафтно-исторический район г. Томска (списочный номер)	Изменение антропогенного воздействия (по Марголиной, 2002)
Удовлетворительная	Незначительная	6, 8, 26, 33	Допустимо увеличение воздействия
	Умеренная	12, 14, 18, 27, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 48	
Конфликтная, напряженная	Слабая	1, 2, 4, 5, 7, 13, 19, 20, 21, 25, 28, 39, 44, 46, 47	Необходимо сохранение воздействия
	Средняя	3, 9, 10, 11, 15, 23, 24, 32, 34, 43, 46, 49, 50, 52, 53	
Критическая	Сильная	16, 17, 42, 51	Необходимо уменьшение воздействия
	Значительная	Не выявлены	
Кризисная	-	Не выявлены	Принятие мер природоохранного назначения
Катастрофическая	-	Не выявлены	Срочное принятие мер природоохранного назначения

Выделенные геоэкологические ситуации позволяют наметить основные пути совершенствования структуры городского хозяйства с учетом природно-ландшафтной дифференциации, сохранения природных комплексов, формирование жесткого экологического каркаса.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Томск – старейший сибирский город, испытывающий антропогенное воздействие в течение 400 лет. Наиболее значимыми переломными моментами в геоэкологических последствиях являются строительство Сибирского тракта (XVIII в.), Великая Отечественная война, новостройки второй половины XX в. Эти события стали толчком социально-экономического и пространственного развития города и усиления антропогенного воздействия.
2. На протяжении последних 70 лет городская среда Томска подвергалась интенсивному антропогенному воздействию, что привело к ее изменению и

серьезным геоэкологическим последствиям. Анализ пространственного изменения городской среды Томска показал, что в 1933 г. застройка занимала северные, северо-восточные и восточные территории по течению рр. Томи, Ушайки и по Иркутскому тракту (около 21%), в 2005 г. – 41,1% территории.

3. Геоэкологическая ситуация, сложившаяся в ряде районов города, характеризуется комплексным воздействием на геосистемы, как прямым изменением компонентов природного комплекса, так и опосредованным, через загрязнение вредными веществами атмосферного воздуха, почвенного покрова, подземных и поверхностных вод. Большое значение имеет длительность освоения и виды хозяйственного использования территории. Наиболее напряженная ситуация характерна для районов размещения промышленных предприятий и крупных автомагистралей. Согласно классификации Б.И. Кочурова, на территории города выделены удовлетворительная и конфликтная геоэкологические ситуации. Территории с удовлетворительной ситуацией могут участвовать в активном экономическом развитии города.
4. С целью более детальной оценки геоэкологической ситуации на территории г. Томска в дальнейшем нужно провести исследования по уточнению выбора диагностических показателей, для чего необходимо более детальное изучение почв, поверхностных и подземных вод, изучение микроклиматических особенностей города. Кроме этого насущной задачей является создание ГИС геоэкологического состояния городов Томской области с целью системного анализа урбанизированных территорий области с оценкой не только внутренних, но и внешних антропогенных воздействий.

Все вышесказанное будет способствовать содействовать развитию нового подхода к решению геоэкологических проблем на территории г. Томска. Это позволит выбрать оптимальные методы и приемы природоохранных мероприятий, улучшить экологические и социальные условия жизни населения.

Автор выражает глубокую признательность за помощь и ценные замечания научному руководителю – д.г.н. Н.С. Евсеевой; сотрудникам «Облкомприрода» Администрации Томской области и особенно к.б.н. Л.Г. Колесниченко; всем сотрудникам кафедры географии: д.г.н., зав. кафедрой В.В. Севастьянову, к.г.н. Н.В. Осинцевой, к.г.н. З.Н. Квасниковой, ст. преподавателю С.П. Анисимовой и др.; сотрудникам Института дистанционного образования ТГУ. Искренне благодарен автор к.т.н. И.В. Шакирову за помощь в подборе и применении математико-статистических методов, а также к.г.н. Л.В. Шерстобитовой, Л.Н. Не-

красовой и другим специалистам за помощь и поддержку на разных этапах исследования.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Шакирова А.Р. Основные аспекты мирового процесса урбанизации // Географические проблемы Западной Сибири: Материалы Регион. науч. молод. конф. 21-23 декабря 2000. – Томск, 2000. С. 49-51.
2. Евсеева Н.С., Шакирова А.Р. Процессы урбанизации на территории Томской области в XVI-XX вв. // Вопросы географии Сибири. Вып. 24. – Томск, 2001. С. 424-437.
3. Шакирова А.Р. Теория центральных мест и ее связь с урбанизацией // Роль географии в решении проблем устойчивого развития: Материалы Регион. школы-семинара 24-25 апреля 2002. – Томск, 2002. С. 152-154.
4. Шакирова А.Р. Из истории заселения Томской области в верхнем палеолите и неолите // Наука. Технологии. Инновации: Материалы Всерос. науч. конф. молодых ученых, 2-5 декабря 2004. – Новосибирск, 2004. Ч. 6. С. 35-36.
5. Шакирова А.Р. Расчет коэффициента интенсивности урбанизации. – М.: ВНИИЦ, 2004. – № 50200401488.
6. Шакирова А.Р. Анализ преобразования ПГТ Томской области в современных социально-экономических условиях // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании: Материалы Всерос. молод. школы-семинара, 20-22 апреля 2004. – Томск, 2004. С. 152-154.
7. Шакирова А.Р. Современные тенденции атмосферного загрязнения от передвижных источников в городах Томской области // Шестое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы совещания. – Томск, 2005. С. 408-411.
8. Шакирова А.Р. Современные тенденции атмосферного загрязнения от стационарных источников в городах Томской области // Шестое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы совещания. – Томск, 2005. С. 327-331.
9. Шакирова А.Р. Экологические проблемы урбанизированных территорий Томской области // Экология фундаментальная и прикладная: Проблемы урбанизации: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., 3-4 февраля 2005. – Екатеринбург, 2005. С. 378-380.
10. Евсеева Н.С., Шакирова А.Р. Современные тенденции процесса урбанизации в Томской области // Экология фундаментальная и прикладная: Проблемы

урбанизации: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., 3-4 февраля 2005. – Екатеринбург, 2005. С. 116-118.

11. Анисимова С.П., Шакирова А.Р. Геоэкологическая ситуация и расселение в Западной Сибири // Наука и образование: Материалы IX Всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 25-29 апреля 2005. – Томск, 2005. С. 112-115.

12. Шакирова А.Р. Геоинформационные технологии: основные понятия, функции и типы применения // Открытое и дистанционное образование. – 2005. – № (17). – С. 33-36.

13. Шакирова А.Р. Исторические аспекты изучения теории расселения в России XVII-XXI вв. // Вестник Омского университета. – 2005. – №1 (35). – С. 114-118.

14. Шакирова А.Р. Устойчивое развитие города Томска и экологические проблемы // Вестник Томского государственного университета. – 2005. – № 13. – С. 134-136.

15. Шакирова А.Р. Развитие городского пассажирского транспорта г. Томска // Теоретические и прикладные вопросы современной географии: Материалы Всерос. молод. школы-семинара, 27-28 апреля 2005. – Томск, 2005. С. 36-42.

16. Шакирова А.Р. Экологические аспекты устойчивого развития г. Томска // Глобальные проблемы и принципы устойчивого развития: Материалы XLIII Междунар. науч. студ. конф., 2-3 марта 2005. – Новосибирск, 2005. С. 143-145.

17. Шакирова А.Р. Методические подходы к комплексной оценке степени экологической напряженности городской среды // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы V Международного симпозиума, 6-8 июля 2006. – Томск, 2006. – С. 17-19.

18. Шакирова А.Р., Шерстобитова Л.В. Значение географического подхода для обеспечения экологической безопасности территорий систем расселения // Актуальные проблемы географии: Материалы III Межрегион. научно-практич. конф., 29-30 марта 2006. – Горно-Алтайск, 2006. С. 130-139.

19. Шакирова А.Р. Особенности развития городской застройки города Томска в XVII – XXI вв. // Вестник Томского государственного университета. – 2006. – № 94. – С. 89-94.

20. Шакирова А.Р., Шакиров И.В. Программа расчета интегрального индекса геоэкологической напряженности городской среды. – М.: ВНИИЦ, 2006. – № 50200602160.