

На правах рукописи

Шацкая -

Кашенко Наталья Александровна

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

25.00.36 – Геоэкология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Нижний Новгород – 2006

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент

Никольский Евгений Константинович

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор

Яблоков Вениамин Александрович,

кандидат технических наук, доцент

Беликов Александр Борисович

Ведущая организация

Комитет охраны природы и управления природопользованием

Нижегородской области

Защита состоится «27» октября 2006 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.162.02 при ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, корпус 5, аудитория 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Автореферат разослан «26» сентября 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



М.О. Жакевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Концепция оценки риска в настоящее время рассматривается в качестве главного механизма разработки и принятия управленческих решений, практически, во всех странах мира. При этом риски анализируются как на международном, государственном или региональном уровнях, так и на уровне отдельного производства или потенциального источника загрязнения окружающей среды.

В связи с ростом промышленного производства и автомобилизации центрами острейших экологических проблем становятся крупные городские агломерации. Прогрессирующая урбанизация ведет к очевидным негативным последствиям: загрязнению городской среды, неконтролируемому росту отходов производства и потребления, деградации растительности.

Основой решения проблем экологической безопасности является анализ существующих экологических рисков, ведение мониторинга рисков и их прогнозирование. Основная цель введения понятия экологического риска в проблемы экологической безопасности состоит в том, чтобы использовать категорию экологического риска в качестве основы для управления качеством окружающей среды и здоровья населения.

Методы расчета и анализа риска являются инструментом, при помощи которого потенциальная опасность может быть оценена количественно. Во многих случаях этот инструмент является по существу единственной возможностью, позволяющей оценить многофакторное потенциальное воздействие на общество и окружающую среду.

Решение управленческих задач в области экологии и природопользования требует комплексного подхода как в территориальном разрезе (от масштабов региона до конкретной небольшой территории), так и во временном (от экстренного реагирования при возникновении аварийных ситуаций до долгосрочного планирования мер по улучшению экологической обстановки). Наиболее эффективно эта работа может быть проведена с использованием информационно-аналитических систем поддержки принятия управленческих решений на базе современных компьютерных технологий. Это обуславливает актуальность

проблемы и необходимость создания информационной системы, для поддержки принятия решений в области оздоровления экологической ситуации, а также для планирования мероприятий с учетом критериев экологической безопасности.

Цель и задачи исследований

Целью настоящей диссертационной работы является разработка информационной системы для анализа пространственной структуры экологических рисков, связанных со здоровьем населения в крупных промышленных центрах.

Для достижения указанной цели в работе решены следующие задачи:

- проведен анализ мирового опыта по разработке и использованию методик оценки экологических рисков для здоровья населения;
- проведена оценка приоритетности основных факторов и источников экологического риска для здоровья населения, проживающего в крупных промышленных городах;
- сформированы банки данных по источникам экологического риска для здоровья населения в г. Нижнем Новгороде;
- разработана методология формирования информационной системы для анализа экологических рисков здоровью населения, проживающего в крупных промышленных центрах, с использованием аппаратных и программных средств;
- установлена степень достоверности результатов прогнозирования качества атмосферного воздуха, полученных на основе использования математической модели;
- разработанная методология опробована при формировании информационной системы для анализа экологических рисков здоровью населения, проживающего на территории г. Нижнего Новгорода;
- выполнены расчеты величин экологических рисков здоровью населения г. Нижнего Новгорода, обусловленных качеством атмосферного воздуха и питьевой воды;
- информационная система применена для анализа прогнозных сценариев развития экологической ситуации в Нижнем Новгороде на основе оценки измене-

ния пространственной структуры экологических рисков для здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха выбросами автотранспорта.

Научная новизна работы

Научная новизна работы состоит в следующем:

- разработана методология формирования информационной системы для анализа экологических рисков здоровью населения, проживающего на территориях крупных промышленных центров;
- на основании экспериментальных исследований доказана обоснованность использования расчетной модели и сформированных баз данных для оценки экологических рисков здоровью населения;
- функционирование и возможности информационной системы для анализа экологических рисков опробованы на территории г. Нижнего Новгорода, в результате чего осуществлено зонирование по исследованным факторам риска;
- проведена оценка существующей и прогнозной (связанной с реализацией проектных решений) ситуаций на основе прогнозируемых величин экологического риска здоровью населения, связанного с выбросами автомобильного транспорта.

Практическая значимость и реализация работы

Исследования, положенные в основу диссертационной работы, выполнялись автором в рамках ФЦП «Возрождение Волги» по темам: 2/98-В «Разработка базовой географической информационной системы (ГИС) Волжского бассейна» и 4/98-В «Разработка методики учета потенциального ущерба здоровью и окружающей среде для обоснования управленческих решений на основе микротерриториальной оценки риска», в рамках научно-технической программы «Научное, научно-методическое, материально-техническое и информационное обеспечение системы образования» по теме 2358 «Разработка модели устойчивого экологически безопасного развития крупных промышленных центров Волжского бассейна», рамках научно-исследовательской работы по теме 1.6.03 «Разработка научных основ перехода к устойчивому развитию регионов Волжского бассейна».

В представленных выше темах использовались результаты исследований

по оценке приоритетности факторов экологических рисков на территории крупных урбанизированных центров, по обоснованию использования методов моделирования для оценки качества атмосферного воздуха, а также по использованию величин экологических рисков для оценки устойчивости развития урбанизированных территорий.

Разработаны и переданы для практического использования Комитету охраны окружающей среды и управления природопользованием Нижегородской области:

- результаты экспериментальных данных и результаты расчетов концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории г. Нижнего Новгорода;

- результаты анализа экологических рисков, связанных с качеством атмосферного воздуха и питьевой воды на территории г. Нижнего Новгорода;

- информационная система анализа экологических рисков на территории г. Нижнего Новгорода.

Картографическая и тематическая информация по зонированию территории г. Нижнего Новгорода по степени экологического риска передана в Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов г. Нижнего Новгорода.

Информационная система для анализа экологических рисков и технология её формирования были переданы Медицинскому информационно-аналитическому центру и используются в системе санитарно-гигиенического мониторинга.

Результаты реальной и прогнозной оценок величины экологических рисков здоровью населения на территории города переданы в НИИ «Нижегород-гражданпроект» и в Центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций Комитета гражданской защиты и пожарной безопасности по Нижегородской области.

Результаты работы используются в курсовом и дипломном проектировании студентов ННГАСУ.

Апробация работы

Основные материалы диссертации докладывались и обсуждались на обла-

стном семинаре «Информация и образование в управлении охраной окружающей среды» (Нижний Новгород, 2000), Международной научно-практической конференции «Экология и жизнь-2000» (Великий Новгород, 2000), юбилейной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов и студентов «Архитектура и строительство – 2000» (Нижний Новгород, 2000), Международной научно-практической конференции «Архитектура и строительство XXI века» (Орел, 2002), научно-практической конференции «Обсуждение плана действий по устойчивому развитию Нижнего Новгорода» (Нижний Новгород, 2002), научно-практических семинарах «Транспортные проблемы Нижнего Новгорода» и «Общие вопросы градостроительства Нижнего Новгорода» (Нижний Новгород, 2002), Всероссийской конференции «Оценка и управление природными рисками» (Москва, 2003), Международных научно-промышленных форумах «Великие реки – 2001, 2002, 2003, 2005, 2006» (Нижний Новгород, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006), научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов и студентов «Архитектура и строительство – 2002, 2003» (Нижний Новгород 2002, 2003). По результатам работы автором получена именная стипендия им. академика Г.А. Разуваева.

Публикации

Основные результаты исследований опубликованы в 22 работах автора, в т.ч. имеется одна публикация в журнале «Проблемы региональной экологии», входящем в перечень ВАК.

На защиту выносятся следующие научные положения:

- результаты оценки приоритетности экологических рисков на территории г. Нижнего Новгорода;
- обоснование применения математических методов моделирования распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- методология формирования информационной системы для анализа экологических рисков здоровью населения на территориях крупных промышленных центров, позволяющая осуществлять зонирование урбанизированных территорий по факторам риска здоровью населения и прогнозировать изменение

ситуации в зависимости от реализации тех или иных управленческих решений;

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов и рекомендаций, списка литературы из 136 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 10 приложений. Общий объем диссертации 206 страниц, в том числе 37 таблиц, 64 рисунков и 30 страниц приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, определены цели и задачи исследований, раскрыта научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

Первая глава посвящена анализу современного состояния и теоретических подходов к вопросам оценки экологической безопасности. Рассматривается зарубежный и отечественный опыт классификации рисков, процедуры их оценивания и управления.

Теоретические и практические вопросы обеспечения экологической безопасности нашли отражение во многих работах известных российских исследователей. Вопросам оценки экологических рисков посвятили свою научную деятельность такие известные отечественные исследователи, как: Авалиани С.Л., Акимов В.А., Андрианова М.М., Быков А.А., Киселев А.В., Меньшиков В.В., Мурзин Н.В., Новиков С.М., Одишария Г.Э., Порфирьев Б.Н., Фридман К.Б., Фурман В.Д. и др.

Из зарубежных исследований значимыми в теоретическом и практическом отношении можно выделить работы Bartell S.M, Beck, U., Brauch H. G., Kolluru R.V., Kunreuther, H. Showalter, P.Slovic.

Анализ отечественных и зарубежных научных работ показал, что в области анализа рисков отсутствует единая терминология. Большинство авторов под экологическим риском понимают количественную и качественную меру опасности возникновения негативных изменений в природной среде и ухудшения здоровья людей. Экологический риск выражается в вероятностных величинах:

в процентах или долях единицы. В общем виде экологический риск (R) может быть представлен формулой [МНЭПУ, Москва]

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3, \quad (1)$$

где R_1 – вероятность (частота) возникновения события или явления; R_2 – вероятность воздействия на людей и другие объекты биосферы; R_3 – вероятность того, что уровень воздействия приведет к негативным последствиям.

В качестве негативных последствий могут рассматриваться:

- последствия непосредственного воздействия поражающих факторов (человеческие жертвы, разрушения или повреждения различных объектов и т.п.);
- долгосрочные последствия экологического характера (ухудшение здоровья людей, нарушение функционирования экосистем, изменение видового разнообразия и т.п.).

Последствия реализации экологических рисков имеют пространственные (масштаб и конфигурация воздействия) и временные (время экспозиции и период, необходимый для проявления эффектов) характеристики.

Города являются центрами возникновения основных экологических проблем и одновременно территориями, которые обеспечивают высокое качество жизни и где проживает большая часть населения планеты. На территориях крупных городов целесообразно учитывать два типа экологических рисков: риски аварийного характера (природного и/или техногенного происхождения) и риски детерминированного характера (выбросы в атмосферу, шумовое электромагнитное воздействие и т.д.).

Различные источники свидетельствуют о том, что здоровье человека на 20-30 % зависит от качества окружающей природной среды. Поэтому среди экологических рисков в городах приоритетными являются риски, связанные с воздействием загрязненной окружающей среды на здоровье людей.

При определении рисков детерминированного характера две из его составляющих – R_1 и R_2 равны единице [см. формулу (1)]. В этом случае определение величины экологического риска сводится к определению третьей составляющей R_3 .

Процедура оценки риска для здоровья населения, связанного с преднамеренными воздействиями, включает четыре составляющие:

1. Идентификация опасности. Применительно к практической деятельности этот этап работы подразумевает инвентаризацию промышленных выбросов в объекты окружающей среды, а также учет и регистрацию химических веществ, используемых в промышленных и других целях.

2. Оценка экспозиции по данным лабораторного мониторинга и результатам расчетов с помощью математических моделей.

3. Оценка зависимости «доза-эффект». На этом этапе выявляют количественные значения вероятности проявления негативных для здоровья реакций на воздействие конкретного неблагоприятного фактора, действующего с определенной силой и в заданный промежуток времени.

Для оценки риска немедленных эффектов наиболее часто используется модель индивидуальных порогов [МИОРЗ, СПб].

$$Risk = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) \cdot \int_{-\infty}^{(a+b|C|^{b+1})} e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \quad (2)$$

где $\pi \approx 3,14\dots$; C – воздействующая концентрация; a и b – эмпирические коэффициенты.

Риск хронической интоксикации чаще всего описывается линейно-экспоненциальной моделью [МИОРЗ, СПб].

$$Risk = 1 - \exp(-UR \cdot C \cdot t), \quad (3)$$

где $Risk$ – риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях; C – реальная концентрация (или доза) вещества, оказывающая воздействие за время t ; UR – единица риска, определяемая как фактор пропорции роста риска в зависимости от величины действующей концентрации (определяется экспертными методами при статистическом анализе экспериментального или медико-статистического материала); C – воздействующая концентрация; t – время экспозиции.

4. Характеристика риска. Этот этап является обобщением результатов предыдущих этапов. Одним из его разделов является расчет рисков комбинированного и комплексного действия.

Вторая глава посвящена анализу экологических рисков на территории круп-

ного промышленного центра – Нижнего Новгорода.

На основе проведенного анализа состояния компонентов окружающей среды в качестве приоритетных экологических рисков в г. Нижнем Новгороде выбраны риски для здоровья населения, связанные с постоянным загрязнением атмосферного воздуха и питьевой воды.

Выявлено, что основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха (в т.ч. шумовое загрязнение) Нижнего Новгорода вносят выбросы автотранспорта (продукты сгорания моторных топлив), их доля составляет более 83%. При этом количество автотранспорта ежегодно увеличивается на 4-5%.

Другим источником экологического риска здоровью населения в Нижнем Новгороде является употребление питьевой воды, при этом основную опасность представляет вторичное микробное загрязнение питьевой воды в разводящей водопроводной сети.

Оценку пространственных и временных характеристик экологического риска целесообразно проводить путем совместного использования методов мониторинга качества окружающей среды и методов математического моделирования.

Расчетные методы позволяют получить полноценную модель загрязнения объекта окружающей среды с возможностью её оценки в любой точке изучаемого пространства, что имеет первостепенное значение для определения населения под воздействием [Р 2.1.10.1920-04].

Для оценки величины потенциального риска существует ряд программ, таких как Risk Assistant, CalTox, RiskEZ, Zone/Ecomed, MedEcoRISK, Экологическая эпидемиология и пр. В результате анализа существующих программных продуктов для проведения исследований по оценке риска был выбран программный комплекс «Ecomed» в составе ГИС «Zone» (LenEcoSoft, СПб.) на основе следующих преимуществ:

- возможность определять максимальные уровни загрязнения, а также уровни загрязнения, осредненные за годовой период;
- учёт и введение в вычисления текущей метеорологической информации и данных наблюдений за концентрацией примесей в объектах окружающей среды;
- учёт в максимальной степени влияния всех факторов (застройки, рельефа

местности, типа подстилающей поверхности, расположения и мощности источников) на процессы диффузии примесей;

– сочетание в его использовании двух моделей – модели уровней концентрации и модели экспозиции.

Использование заложенных в эту систему методик утверждено для практического применения Департаментом ГСЭН Минздрава России (№ 2510/5746-97-32 от 30.07.97г).

Степень надежности и корректности модели, заложенной в основу программного комплекса «Zone», подтверждена сопоставлением данных моделирования с результатами натуральных измерений, проведенных автором на базе передвижной лаборатории ЦГСЭН г. Нижнего Новгорода.

Результаты корреляционного и регрессионного анализа данных, представленные в табл. 1, являются обоснованием для использования математической модели в исследованиях.

Таблица 1

Сравнение данных лабораторного контроля и данных моделирования

Вещество	Коэффициент корреляции / погрешность	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации
Диоксид азота	0,91 / 0,11	$y = 0,8972x + 0,002$	$R^2 = 0,83$
Оксид углерода	0,78 / 0,15	$y = 0,7154x + 0,2508$	$R^2 = 0,77$
Углеводороды	0,81 / 0,17	$y = 0,8379x + 0,1715$	$R^2 = 0,71$

Автором были проведены расчеты загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта и связанные с ним расчеты потенциальных рисков здоровью населения для существующих и прогнозных ситуаций.

На основе результатов расчетов было выявлено, что наиболее серьезной проблемой является загрязнение атмосферного воздуха в зоне транспортных развязок. Поэтому было принято решение осуществлять анализ локальных транспортных проблем в зонах экологической напряженности на основе узлового подхода. Для территории Нижнего Новгорода рассмотрены особенности пространственной структуры загрязнения воздуха и ее изменений по основным транспортным узлам. Результаты расчетов пространственных полей рисков здоровью населения представлены в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2

Результаты анализа риска здоровью населения на территориях,
прилегающих к транспортным узлам

Транспортный узел	Неудовлетворительная зона		Опасная зона	
	площадь, га	жители, чел.	площадь, га	жители, чел.
пл. Лядова	60	6800	50	8000
Московский вокзал	50	7000	40	5500
кинотеатр Москва	46	3500	27,7	2400
ул. Ленина – ул. Новикова–Прибоя	55	3500	29	2000
центр Автозавода	80	6000	20	1500
ул. Ларина – пр. Гагарина	130	4000	40	1000
пл. Сенная	24	1200	10	900
пл. Комсомольская	61	2500	18	800
Московское ш.–ул. Рябцева – ул. Кузбасская	30	2000	17	600
пл. Горького	24	4600	5,5	400
пр. Гагарина – ул. Бекетова	15	2000	4	400

В качестве наиболее загрязненных территорий выделяются два транспортных узла в городе: площадь Лядова и территория, прилегающая к Московскому вокзалу. На этих территориях в зонах опасного и неудовлетворительного качества атмосферного воздуха проживает наибольшее число жителей по сравнению с другими транспортными узлами, что объясняется высокой плотностью населения и высокой интенсивностью движения транспорта.

Анализ потенциальных рисков здоровью населения, связанных с качеством питьевой воды, можно осуществлять только в отдельных точках территории. Это связано с отсутствием схемы «зон влияния» водопроводных станций в водораспределительных сетях города.

В третьей главе представлена разработанная автором методология формирования информационной системы для анализа экологических рисков здоровью населения на территориях крупных промышленных центров.

Основными блоками информационной системы являются (рис.2): подготовительный этап, блок формирования баз данных, блоки ввода и вывода данных, моделирования и анализа результатов.

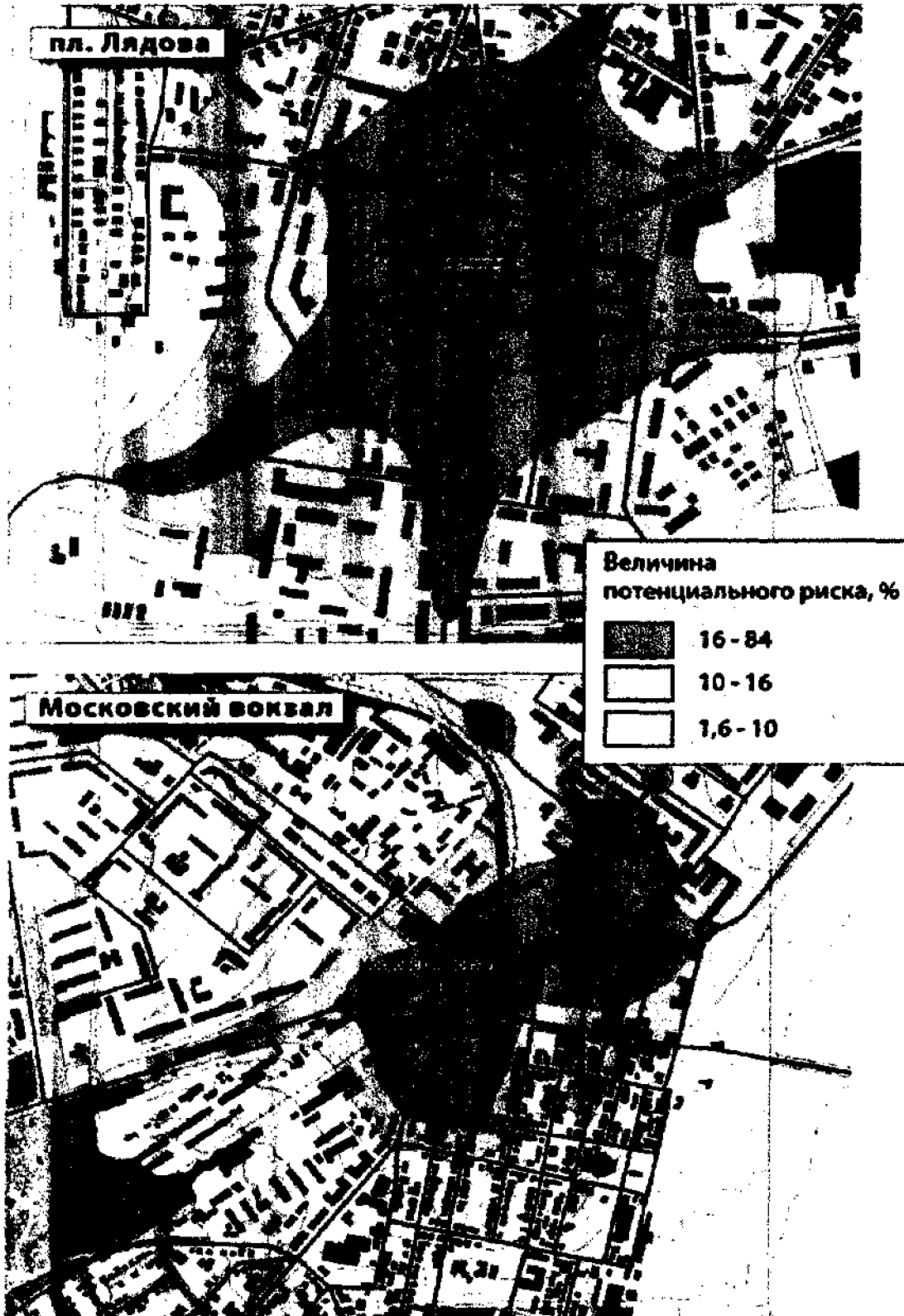


Рис. 1. Потенциальные риски здоровью населения, связанные с качеством атмосферного воздуха на территориях, прилегающих к транспортным узлам

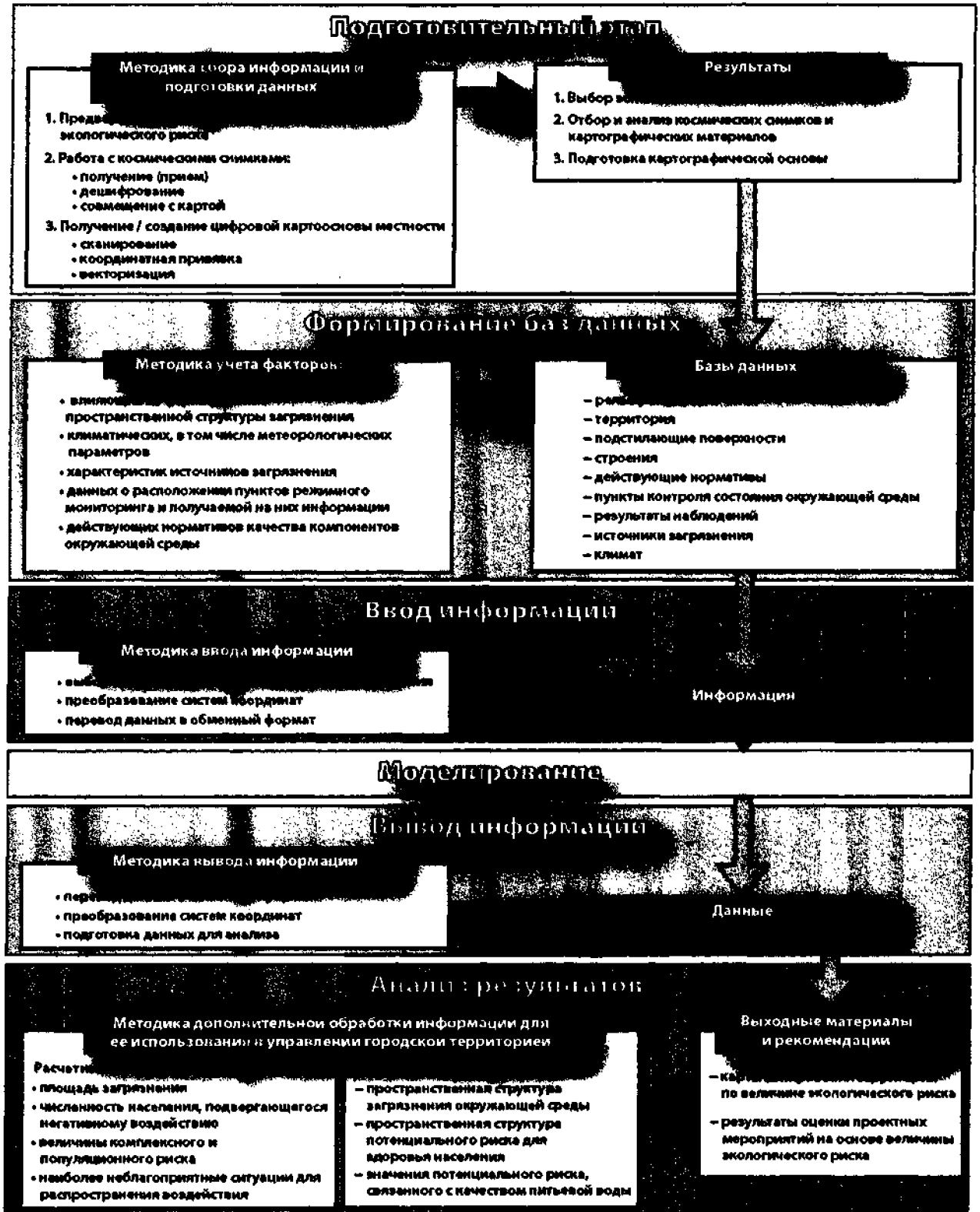


Рис. 2. Методология формирования информационной системы анализа экологических рисков на урбанизированных территориях

В основу разработки данной методологии положен системный подход, который предлагает совместное использование двух геоинформационных систем на единой информационной основе. Результаты использования такого подхода выражаются в появлении новых возможностей для детального анализа результатов моделирования и представления информации в удобном и понятном виде для заинтересованных лиц.

Информационная система предполагает также использование данных дистанционного зондирования, на основе которых предполагается получение информации об интенсивности транспортных потоков и видах автотранспорта; об этажности строений; о видовом составе зеленых насаждений; о зонах загрязнения почвенного покрова, являющегося косвенным признаком загрязнения атмосферного воздуха и др.

Последовательность действий в информационной системе представлена далее.

1. На подготовительном этапе на основе анализа источников экологического риска на выбранной территории подготавливается картографическая основа.

2. На втором этапе в ГИС «MapInfo» формируются базы данных, необходимые как для осуществления моделирования, так и для последующего анализа результатов расчетов.

3. После преобразования систем координат с помощью обменного формата необходимые для моделирования базы данных импортируются в расчетный комплекс ГИС «Zone».

4. На следующем этапе на основе заложенной информации осуществляется моделирование пространственных полей загрязнения атмосферного воздуха и уровней потенциального риска здоровью населения, связанных с качеством воздуха и питьевой воды.

5. На заключительном этапе результаты расчетов экспортируются в ГИС «MapInfo» и анализируются в соответствии с поставленными задачами. Результатами, полученными на выходе информационной системы, являются карты зонирования территории по уровням экологического риска здоровью населения.

Информационная система анализа экологических рисков сформирована и применена для территории крупного урбанизированного центра – Нижнего Новгорода.

При разработке информационной системы для Нижнего Новгорода использовались результаты, полученные в ФГУ «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие».

К объектам картографической основы автором сформированы и наполнены следующие основные базы данных:

- база автомобильных дорог, включающая информацию о наличии светофоров на участках дорог и связанная с банком данных по интенсивности транспортных потоков;

- база рельефа местности, необходимая для обеспечения точности модельных расчетов, т.к. высотные характеристики влияют на распространение примесей в атмосферном воздухе;

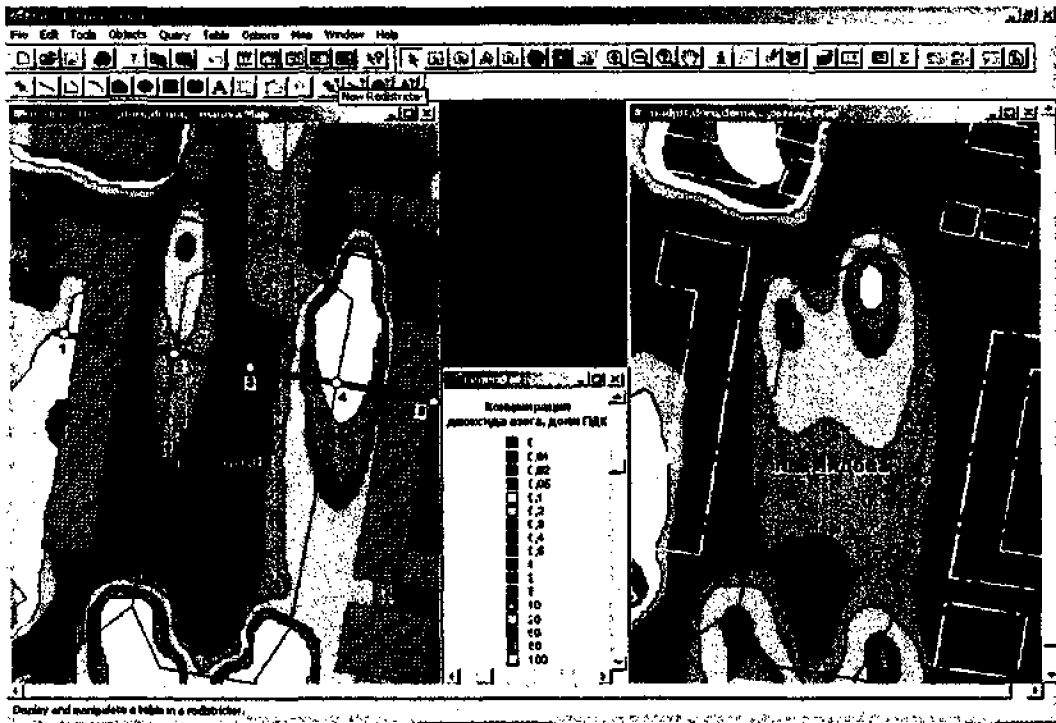
- база участков территории, покрытых асфальтом, необходимая для достоверности результатов расчетов, т.к. характеристики подстилающей поверхности влияют на движение воздушных потоков;

- база фильтростанций города и база контрольных точек отбора проб воды из водопроводной сети, включающие координаты размещения и связанные с банком данных по количеству и качеству отобранных проб;

- база данных по этажности застройки и численности жителей, которая дополнила имеющуюся базу по строениям на территории города. Информация о количестве жителей необходима для вычисления популяционных рисков здоровью населения. Необходимость учета информации по этажности может быть обоснована примером (рис. 3, 4), который наглядно показывает влияние строений на площадное и вертикальное распространение примесей.

При формировании информационной системы для территории Нижнего Новгорода созданы также следующие специальные банки данных:

- 1) банк данных по транспортной нагрузке на двухстах магистралях города за



а)

б)

Рис. 3. Результаты расчета рассеивания примеси (на примере диоксида азота), проведенного для фактических условий (М 1:10 000): а) – с учетом высоты строений; б) – без учета высоты строений

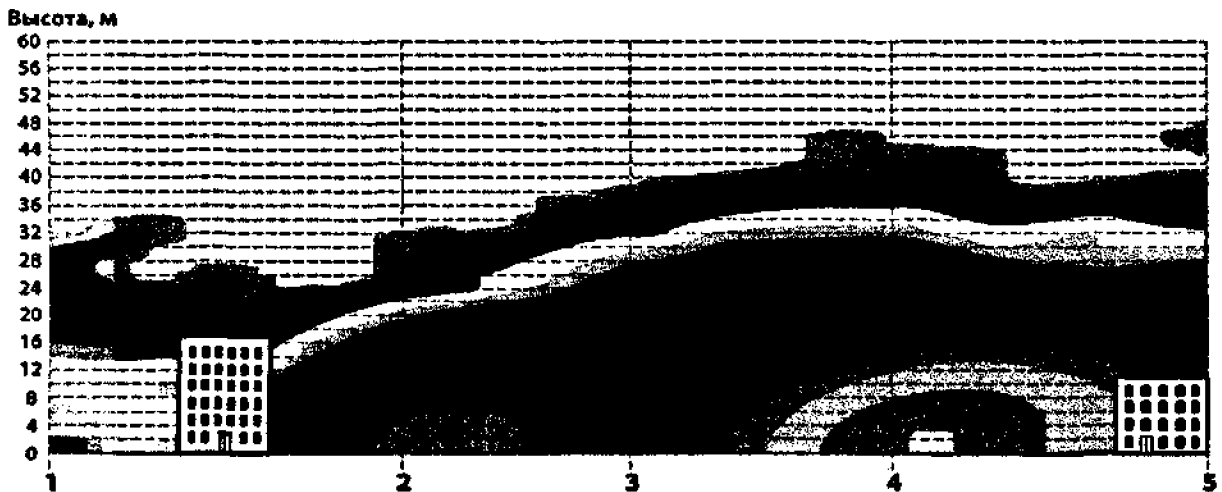


Рис. 4. Пример вертикального распространения примеси диоксида азота, полученного в результате трехмерного моделирования (по разрезу участка на рис. 2а)

восьмилетний период, а также прогнозные базы данных в соответствии с различными проектными градостроительными мероприятиями;

2) банк данных результатов качества проб атмосферного воздуха на участках, прилегающих к автомагистралям;

3) банк данных результатов анализа качества питьевой воды в контрольных точках Советского района и в резервуарах чистой воды всех фильтростанций города.

В четвертой главе рассмотрены возможные варианты применения разработанной информационной системы для оценки различных градостроительных решений, а также при выявлении «неблагоприятных» условий. В качестве последних понимаются такие метеорологические и климатические условия, совокупность которых оказывает влияние на формирование зон неблагоприятного воздействия на здоровье населения, характеризующихся наибольшим размером и наибольшей численностью проживающего в них населения по сравнению с остальными зонами, сформированными под воздействием любых других метео- и климатических условий.

При анализе результатов фактических расчетов по отдельным участкам городской территории были выявлены следующие «неблагоприятные» для населения условия распространения примесей.

1. Одними из основных факторов, влияющих на пространственную структуру загрязнения атмосферного воздуха, являются направления ветра, не совпадающие с направлением транспортных магистралей, имеющих застройку вдоль них и характеризующихся наибольшей интенсивностью движения.

2. Неблагоприятное влияние на распределение загрязняющих веществ оказывают малые скорости ветра 0–4 м/сек. При увеличении скорости ветра до 5–6 м/сек. область рассеивания опасных концентраций увеличивается и, как следствие, величина риска уменьшается (примерно в 2–4 раза).

3. Косвенным фактором, оказывающим влияние на величину загрязнения, является время суток. Результаты расчетов показали, что в 08.00, 13.00, 17.00

часов в атмосферном воздухе присутствуют наибольшие концентрации примесей, что связано с наибольшей интенсивностью движения автотранспорта («часы пик» в начале, середине и конце рабочего дня).

4. Наибольшее загрязнение территории наблюдается в зимнее время года, характеризующееся следующими явлениями:

- сокращается разница между температурой приземных и поверхностных слоев атмосферного воздуха, что снижает интенсивность конвективной составляющей распространения примесей;
- отсутствует листва на деревьях, препятствующая распространению примесей в приземном пространстве.

Важным аспектом практического использования методики оценки рисков является возможность анализа планируемых мероприятий. В качестве примера в данном разделе рассмотрены некоторые проекты, реализация которых предусмотрена генеральным планом развития города: строительство совмещенного автомобильного и метромоста через р. Оку, строительство виадука и подземного тоннеля на пл. Лядова и эстакады в районе Московского вокзала. Результаты анализа риска здоровью населения, связанные с осуществлением этих градостроительных мероприятий, представлены в табл. 3.

Таким образом, применение информационной системы для анализа градостроительных проектов позволило сделать следующие выводы:

1) строительство совмещенного автомобильного и метромоста, а также строительство виадука на пл. Лядова приведет к ухудшению экологической ситуации на прилегающих территориях и к увеличению числа жителей, проживающих в зонах экологического риска, связанного с качеством атмосферного воздуха;

2) строительство двухуровневой развязки на пл. Лядова и эстакады в районе Московского вокзала приведут к уменьшению размеров зон экологического риска и численности населения, подвергающегося неблагоприятному воздействию на этих участках.

**Результаты анализа риска здоровью населения,
связанные с проектными градостроительными мероприятиями**

Годы	Транспортный узел	Неудовлетворительная зона		Опасная зона	
		площадь, га	жители, чел.	площадь, га	жители, чел.
1. Строительство совмещенного автомобильного и метрополитана.					
1997	пл. Лядова – Московский вокзал	108,9	14 240	49,0	6 648
2005	пл. Лядова – Московский вокзал	169,2	21284	77,9	6 873
2010	пл. Лядова – Московский вокзал (с учетом метрополитана)	244,2	26 347	86,13	10 424
2. Строительство виадука на пересечении пр. Гагарина и пл. Лядова.					
2005	пл. Лядова – ул. Генкиной	220,3	32 122	104,2	18 870
2010	пл. Лядова – ул. Генкиной (с учетом виадука)	281,9	40 360	183,2	30 702
3. Строительство двухуровневой (подземной) развязки на пл. Лядова.					
2005	пл. Лядова	82,2	10 548	50,2	6 643
2010	пл. Лядова (с учетом развязки)	45,6	7 760	39,1	4 319
4. Строительство эстакады в районе Московского вокзала.					
2005	Московский вокзал	58,3	7 414	45,9	4 246
2010	Московский вокзал (с учетом эстакады)	44,3	6 900	44,0	3 000

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведён анализ отечественного и зарубежного опыта оценки экологических рисков. Выявлено, что повышенные уровни экологического риска характерны для урбанизированных территорий с высокой степенью антропогенной нагрузки.

2. Разработана методология формирования информационной системы анализа экологических рисков на территории крупных промышленных центров, позволяющая проводить оценку комплексного экологического риска здоровью населения, связанного с качеством атмосферного воздуха и питьевой воды.

3. На основе разработанной информационной системы для территории г. Нижнего Новгорода:

- осуществлено зонирование территории города по величине экологического риска для реальной обстановки, в результате чего выявлены основные проблемные участки территории;

- осуществлён многовариантный анализ прогнозных сценариев развития ситуаций, связанных с реализацией проектных градостроительных мероприятий.

Результаты функционирования информационной системы представлены в

виде картографических материалов по зонированию территории на основе величины экологического риска, а также в виде таблиц с расчетными данными о площади негативного воздействия и числе проживающих на ней жителей.

4. Экспериментальным путем обоснована необходимость учета высоты зданий на территориях, прилегающих к транспортным магистралям и развязкам, оказывающих значительное влияние на рассеивание загрязнений, при расчете экологических рисков, связанных с загрязнением атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта.

5. На основе проведения многофакторного анализа выявлены условия, при которых зоны экологического риска здоровью населения охватывают наибольшее количество жителей и наибольшие по площади территории.

6. Используемая автором математическая модель информационной системы позволяет с высокой степенью достоверности прогнозировать качество атмосферного воздуха, что подтверждается сравнением данных натуральных наблюдений по качеству атмосферного воздуха и результатов модельных расчетов в конкретных точках территории.

7. Информационную систему анализа экологических рисков рекомендуется использовать:

- службами экологического контроля при разработке природоохранных мероприятий и контроле за их реализацией;
- службой санитарно-эпидемиологического надзора, для выявления территорий с наиболее неблагоприятной экологической обстановкой для здоровья населения;
- градостроительными и проектными организациями при составлении планов развития городской территории, в частности для совершенствования схем транспортных магистралей и развязок, высотной схемы жилой застройки, а также для оптимизации существующей системы управления движением автотранспорта;
- органами власти, принимающими по признаку величины экологического риска решения по управлению городской территорией при анализе проектных мероприятий и предложений.

Основные результаты исследований опубликованы в работах:

1. **Волчкова, Н. А.** Возможности создания экологических информационных систем для предприятий и учреждений / А. В. Иванов, Н. А. Волчкова, В. А. Курочкин // Информация и образование в управлении охраной окружающей среды : сб. докл. семинара / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2000. – С. 57-63.

2. **Волчкова, Н. А.** Применение концепции риска здоровью в оценке градостроительных решений / А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Архитектура и строительство – 2000 : тез. докл. науч.-техн. конф. профес.-преподав. состава, аспирантов, магистрантов и студентов / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2000. – Ч. 6. – С. 123-124.

3. **Волчкова, Н. А.** Экологическая оценка жилья / А. В. Иванов, Н. А. Волчкова, В. И. Зверева // Естествознание на рубеже тысячелетий : тез. докл. межвуз. студенч. конф. / РГОТУПС. – Н. Новгород, 2000. – С. 56-57.

4. **Волчкова, Н. А.** Эколого-экономический паспорт микротерритории / А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Экология и жизнь-2000 : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. / НГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2000. – С. 43-44.

5. **Волчкова, Н. А.** Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду в Нижнем Новгороде / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Великие реки-2001 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2001. – С. 227-229.

6. **Волчкова, Н. А.** Автотранспорт как фактор риска здоровью населения в крупном промышленном центре / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Санитарно-эпидемиологическое благополучие городов : сб. тр. науч. конф. – Н. Новгород, 2001. – С. 158-162.

7. **Волчкова, Н. А.** Влияние автомобильного транспорта на экологическую обстановку городов / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Великие реки-2001 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2001. – С. 139-141.

8. **Волчкова, Н. А.** Применение оценки риска для разработки и мониторинга экологических проектов и программ / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Великие реки-2001 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. –

Н. Новгород, 2001. – С. 290-291.

9. Волчкова, Н. А. Анализ градостроительных решений на основе риска здоровью / А. В. Иванов, Н. А. Волчкова, В. Н. Георгиев // Архитектура и строительство XXI века : докл. науч.-практ. конф. / Орлов. гос. архитектур. ун-т. – Орел, 2002. – С. 142-147.

10. Волчкова, Н. А. Информационное обеспечение решения задач оздоровления экологической обстановки Волжского бассейна / Н. А. Волчкова // Архитектура и строительство-2002 : сб. тр. аспирантов и магистрантов / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2002. – С. 48-51.

11. Волчкова, Н. А. Применение математического моделирования для анализа градостроительных решений и проектов / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Великие реки-2002 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2002. – С. 221-222.

12. Волчкова, Н. А. Проект информационной модели и системы электронных карт экологического содержания для территории Волжского бассейна / В. В. Найденко, Е. К. Никольский, Н. А. Волчкова // Великие реки-2002 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2002. – С. 105-106.

13. Волчкова, Н. А. Разработка Повестки дня на XXI век для крупного промышленного центра / В. В. Найденко, Т. П. Виноградова, Н. А. Волчкова // Великие реки-2002 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2002. – С. 55-56.

14. Волчкова, Н. А. Управление качеством вод в водохранилищах с учетом плотностной стратификации / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Волчкова // Великие реки-2002 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2002. – С. 263-264.

15. Кащенко, Н. А. Пути снижения влияния транспортных систем на окружающую среду и здоровье населения / А. В. Иванов, Н. А. Кащенко // Повестка дня на XXI век : сб. тр. науч. конф. / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2002. – С. 104-110.

16. Кащенко, Н. А. Учет предотвращенного ущерба здоровью для обоснования управленческих решений на основе оценки риска / А. В. Иванов,

Н. А. Кащенко, Т. Г. Макарова // Повестка дня на XXI век : сб. тр. науч. конф. / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2002. – С. 164-172.

17. **Кащенко, Н. А.** Повестка дня на 21 век для крупных промышленных центров / В. В. Найденко, А. В. Иванов, Н. А. Кащенко // Разработка научных основ системы отношений социального партнерства для устойчивого развития Нижнего Новгорода : сб. тр. науч. конф. / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2002. – С. 19-28.

18. **Кащенко, Н. А.** Оценка экологических рисков в крупных промышленных центрах / Н. А. Кащенко // Оценка и управление природными рисками : сб. докл. науч.-техн. конф. – М., 2003. – Т. 2. – С. 96-100.

19. **Кащенко, Н. А.** Применение современных методик для оценки экологических рисков на урбанизированных территориях (на примере г. Нижнего Новгорода) / Н. А. Кащенко // Архитектура и строительство-2003 : сб. тр. аспирантов и магистрантов / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород, 2003. – С. 67-71.

20. **Кащенко, Н. А.** Геоинформационное моделирование урбанизированных территорий в условиях экологических рисков / Н. А. Кащенко // Великие реки-2003 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2003. – С. 422-423.

21. **Кащенко, Н. А.** Использование ГИС-технологий в интегрированной системе анализа экологических рисков на урбанизированных территориях / Н. А. Кащенко // Великие реки-2005 : тез. докл. междунар. науч.-пром. форума. – Н. Новгород, 2005. – С. 11-12.

22. **Кащенко, Н. А.** Разработка интегрированной системы анализа экологических рисков на урбанизированных территориях с использованием ГИС-технологий / Н. А. Кащенко, Е. К. Никольский // Проблемы региональной экологии. – 2006. – № 1. – С. 116-120.

Подписано в печать 25.09.06 Формат 60×90 1/16.

Бумага газетная. Печать трафаретная. Объем 1 печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 372

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»;

603950, Н. Новгород, Ильинская, 65

Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н. Новгород, Ильинская, 65