



003064219

На правах рукописи

ГАБДУЛЛИНА Любовь Александровна

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ И
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ
(НА ПРИМЕРЕ ИЖЕВСКА)**

25.00.36 – Геоэкология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата
географических наук

12 ИЮЛ 2007

Пермь, 2007

Работа выполнена на кафедре природопользования и экологического картографирования Удмуртского государственного университета

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – доктор географических наук, профессор
Стурман Владимир Ицхакович

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ – доктор географических наук, профессор
Воронов Георгий Анатольевич,
доктор физ -мат. наук, профессор
Тенев Валентин Алексеевич

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – ГОУ ВПО Казанский государственный университет

Защита диссертации состоится 31 мая 2007 г. в 14⁰⁰ на заседании диссертационного Совета Д 212 189 05 в Пермском государственном университете по адресу г Пермь, ул Букирева, 15, зал заседаний ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Пермского государственного университета.

Автореферат разослан 27 апреля 2007 г.

Отзывы на реферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим отправлять по адресу 614990, г. Пермь, ул Букирева, 15, ПГУ, служба аттестации научных кадров

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук



Старков И А

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена важностью и сложностью экологических и социальных проблем в современных условиях экономического роста. Исследование выполняется на примере г. Ижевска, где длительное инерционное развитие на основе устаревших планировочных решений привело к череположному размещению жилых и производственных зон, и как следствие этого сформировало острые экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, ростом заболеваемости населения. Поиск путей решения существующих проблем и перехода к устойчивому, экологически сбалансированному развитию требует использования новейших методов научного анализа. В рамках исследования предполагалось обеспечить интеграцию технических возможностей ГИС-технологий с эколого-географической корректностью создаваемых и анализируемых картографических материалов.

Объектом исследования является Ижевск как типичный для современной России крупный промышленный город.

Предмет исследования – пространственные связи между характеристиками экологической и социальной обстановки в г. Ижевске.

Целью диссертационного исследования является отработка методики выявления значимых связей между характеристиками экологической и социальной обстановки посредством геоинформационных технологий. Эта цель достигается путем решения следующих задач.

- анализ и оценка показателей экологической и социальной обстановки, с точки зрения возможностей их использования при экологическом картографировании с использованием геоинформационных технологий,

- анализ и оценка программных средств геоинформационного картографирования с точки зрения их применимости для отображения показателей экологической обстановки, социально-экономических характеристик и состояния здоровья населения,

- создание с использованием выбранных показателей и программных средств серии цифровых карт экологической обстановки, социально-экономических характеристик и состояния здоровья населения,

- выявление и количественная оценка пространственных связей между отображенными на цифровых картах социальными и экологическими характеристиками территории.

Исходные материалы и методика исследования. В работе использованы статистические данные органов управления городским хозяйством и здравоохранением, а также результаты ранее выполненных геоэкологических исследований. В процессе исследования применялись тематическое картографирование, корреляционный метод анализа, ГИС-технологии.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- создана ГИС «Электронный социально-экологический атлас Ижевска», как система цифровых карт, увязанных между собой по использованным программным средствам и общегеографической основе, степени детальности и времени создания,

- разработана общеприменимая методика выявления связей между показателями экологической обстановки, количественно характеризуемой уровнями загрязнения воздуха и почв, доступными для картографирования косвенными характеристиками социальной обстановки, и показателями состояния здоровья населения,

- выявлено, что при исследовании экологической и социальной обстановки в крупном промышленном городе при помощи серии электронных карт размеры используемых территориальных ячеек непосредственно влияют на тесноту выявляемых корреляционных связей, при этом наибольшая теснота и достоверность связей выявляется при размерах стороны ячеек 500-600 м, что близко к преобладающим размерам жилых кварталов и педиатрических участков при многоэтажной застройке,

- установлено, что пространственный анализ с использованием метода изокоррелят позволяет выявлять наличие или отсутствие объективного характера и причинной обусловленности статистических зависимостей, и сформулированы соответствующие признаки,

- доказан объективный характер связей между загрязненностью компонентов окружающей среды (прямые связи), озелененностью (обратная связь) и детской заболеваемостью в крупном промышленном городе.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Созданная в результате выполненной работы ГИС «Электронный социально-экологический атлас Ижевска» пригоден для исследования влияния экологических и социально-экономических факторов на здоровье населения

2. Теснота связей между показателями экологической и социальной обстановки существенно не зависит от вида сетки (прямоугольная, треугольная, гексагональная или случайная), но зависит от размеров ячеек

3. Признаком объективного характера связи между пространственно распределенными характеристиками экологической и социальной обстановки является упорядоченная, причинно объяснимая приуроченность минимумов и максимумов изокоррелят к районам города с разным характером функционального использования, застройки, расположения по отношению к центру и окраинам, а также основным источникам загрязнения. Признаком случайного характера связи является отсутствие упорядоченности в расположении минимумов и максимумов изокоррелят.

4. Причинно обусловленные связи между загрязненностью компонентов окружающей среды (прямые связи), озелененностью (обратная связь) и детской заболеваемостью даже при невысоких коэффициентах корреляции подтверждаются пространственным анализом с использованием метода изокоррелят, в отличие от не имеющих причинной основы связей с косвенными характеристиками социально-экономической обстановки

Личный вклад автора в работу. Создан ряд карт, скомплектован и переведен в цифровую форму атлас, проведено математико-статистическое исследование картографических данных и анализ результатов

Научно-практическая значимость работы Результаты работы вносят вклад в разработку и реализацию стратегии устойчивого развития г. Ижевска, программы Европейского регионального бюро ВОЗ «Здоровые города», а также могут быть использованы в учебном процессе по специальностям «Природопользование» и «Картография»

Апробация работы. Научные положения и результаты исследования отражены в 12 публикациях (одна из них в издании из списка ВАК), докладывались на международных, российских и региональных конференциях Всероссийская научная конференция, посвященная 200-летию Казанского университета «Современные глобальные и региональные изменения геосистем» (Казань, 2004), Молодежная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и преподавателей (в рамках Большого Географического Фестиваля, посвященного 80-летию факультета географии и геоэкологии СПбГУ) «География в меняющемся мире: взгляд молодых ученых» (Санкт-Петербург, 2005), XII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов - 2005» (Москва, 2005), Седьмая научно-практическая конференция преподавателей и сотрудников УдГУ, посвященная 245-летию г. Ижевска (Ижевск, 2005) и др

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Общий объем составляет 166 страниц, в т.ч. 5 таблиц и 48 рисунков. Основной текст диссертации изложен на 154 страницах. Список литературы состоит из 246 наименований, из них 40 на иностранных языках.

Автор глубоко признателен и искренне благодарен научному руководителю – профессору, зав кафедрой природопользования и экологического картографирования УдГУ В.И. Стурману за постоянное внимание и консультации по работе над диссертацией, а также сотрудникам географического факультета УдГУ за ряд ценных замечаний, высказанных в ходе обсуждения результатов исследования.

Диссертация выполнена при поддержке федеральной программы «Университеты России – фундаментальные исследования», проекты УР 08 01.033, УР.08 01 425.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ИНДИКАТОРЫ СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ

При большой сложности изучения социальных и экологических проблем необходимы корректные и адекватные критерии представления соответствующей информации. Наиболее яркий и всеобъемлющий показатель условий жизни – здоровье человека. Здоровье в первую очередь реагирует на изменение среды обитания человека.

Источники информации об экологической обстановке. Под экологической обстановкой понимается конкретное состояние окружающей человека среды, обусловленное взаимодействием природы и хозяйственной деятельности человека.

Информация, привлекаемая для характеристики экологической обстановки, крайне многообразна как по происхождению, так и по содержанию. Вся информация делится на первичную, получаемую путем натуральных наблюдений, измерений и съёмок, и вторичную, или производную, которая является результатом обработки первичной информации, поступившей из разных источников и в различное время

В общей сложности может быть выделено четыре источника информации об экологической обстановке сведения об источниках и объемах техногенных нагрузок (официальная статистика), материалы экспедиционных и стационарных исследований состояния компонентов природной среды, данные изучения состояния биоиндикаторов, материалы дистанционного зондирования.

Индикаторы экологической обстановки. В качестве индикаторов экологической обстановки могут выступать характеристики состояния компонентов экосистем различного иерархического уровня. почва, атмосфера, водоемы, древесный и травяно-кустарничковый ярусы, лесная подстилка, почвенные ферменты, населения почвенной мезофауны, птиц, мелких млекопитающих, муравьев, сообщества эпифитных лишайников. Таким образом, индикаторы экологической обстановки могут быть геохимическими и биологическими

Техногенное загрязнение, его прямые и косвенные последствия разрушают не только природные системы, но и здоровье населения. Загрязнение воздушного и водного бассейнов, шум, электромагнитное и радиационное загрязнение увеличивают заболеваемость и смертность горожан. Состояние здоровья населения выступает своеобразным индикатором экологического состояния территории

Индикаторы социальной обстановки. Под социальной обстановкой понимается конкретное состояние особенностей жизнедеятельности общества, в частности уровень социального благополучия (бюджеты семей, обеспеченность жильем, использование сферы услуг, учеба детей, состояние здоровья, качество медицинского обслуживания и социального обеспечения и т п), правовая защищенность, занятость и удовлетворенность своей работой (характером и сферой занятости, взаимоотношениями на работе, транспортной или пешеходной доступностью места работы и т п); наличие условий для полноценного отдыха и восстановления сил; степень полноты информационного обеспечения и существование условий для преемственности культурных традиций, и многое другое. В качестве индикаторов социальной обстановки могут рассматриваться те или иные виды обеспеченности населения с его материальным и культурно-общественным статусом

ГЛАВА 2. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ И ИХ ПРИМЕНИМОСТЬ К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Последние десятилетия ознаменовались взрывным развитием компьютерных технологий и увеличением их воздействием на все аспекты жизни. Решение сложных экологических и социальных проблем и необходимость учета при их исследовании многих пространственно неоднородных факторов обуславливает необходи-

мость и целесообразность широкого использования геоинформационных методов. При этом важно обеспечить интеграцию технических возможностей ГИС-технологий, которые дают возможность сводить все доступные материалы в единую систему и обладают большой наглядностью, с географической корректностью создаваемых и анализируемых картографических материалов.

Применение ГИС в социальных и экологических исследованиях. Применение геоинформационных технологий не только значительно облегчает составление карт, но и позволяет в дальнейшем оперативно в интерактивном режиме решать на их основе прикладные задачи. Цифровые и электронные карты служат источником создания, функционирования и развития ГИС различной тематики, включая экологические и социальные информационные системы, в которых в данное время ощущается острейшая необходимость.

Согласно положениям Конвенции единого мирового информационного сообщества (информационной цивилизации), принятой в 1992 г. на I-ом Международном форуме информатизации, существует необходимость объединения информации об окружающей среде и социальном прогрессе в единое информационное пространство в целях комплексного подхода к решению проблем экологической безопасности. Для этого рекомендуется развивать и использовать ГИС, экспертные системы, модели различного уровня и масштаба.

Более четверти всех публикаций в международном журнале «GIS Europe» касаются применения ГИС при экологическом мониторинге и управлении природными ресурсами. Современные ГИС позволяют успешно решить практически любую пространственную задачу.

Выбор программных средств для создания электронного социально-экологического атласа г. Ижевска. Картографирование на базе ГИС предполагает создание базовых цифровых картографических основ. При цифровании исходных материалов нами отдано предпочтение растровому устройству (сканеру), что позволяет точно и корректно создавать графические характеристики. Векторизация растрового картографического изображения производилась с помощью картографической системы MapInfo, используя ручную обводку контуров.

Необходимы развитые программные средства для решения картографических задач, таких как создание банка картографических условных обозначений, возможность редактирования карты, изменение системы координат, геометрическая стыковка разномасштабных материалов и др. Самые популярные и распространенные программные продукты для создания электронных карт, атласов и других картографических произведений: ARC/INFO, WinMAP, WinGIS, ArcView, MapInfo, ATLAS GIS и др.

В качестве основы системы можно выбирать распространенные ГИС-пакеты, которые обладают максимумом необходимых в данном случае возможностей. С помощью встроенных или дополнительных средств ГИС-пакет может быть адаптирован под конкретное исследование. Либо можно отказаться от полной адаптации ГИС-пакета, сохранив за ним основу, и применять дополнительные специализированные программы для манипуляций данными, создав возможность обмена данными между программными средствами.

Чем больше различных программных средств используется при создании продукта, тем сложнее технологический процесс. Пакеты настольной картографии MapInfo и ArcView выбраны в качестве основы при формировании картографических и атрибутивных баз данных и создании карт, так как они обладают в достаточной степени развитыми возможностями для этого. Данные программные продукты имеют возможность создания тематических карт с использованием нескольких способов изображения, редактирования, зарамочного оформления карт. MapInfo имеет встроенную среду разработки с языком программирования MapBasic, ArcView – Avenue для создания оригинальных приложений, обработки различных пространственных запросов и др., Universal Translator для перевода данных из одного формата в другой и пр.

Основные причины, позволившие перенести технологические операции по работе с цифровыми картами на системы MapInfo и ArcView, следующие: наличие необходимого набора функций и хорошо продуманные структуры продуктов, возможность наращивания системы подключением дополнительных модулей (MapBasic, Universal Translator и др.), простота создания приложений, дружественный (русский) интерфейс; поддержка многих форматов, наличие смежного программного обеспечения (ARC/INFO, MapObjects, ArcCAD и пр.). Это делает MapInfo и ArcView развитыми и уникальными программными продуктами.

Далеко не все ГИС-пакеты общего назначения имеют в своем составе развитые модули подготовки профессионально оформленных картографических продуктов. Для решения этих задач в мире используются специализированные программные продукты. Оформление картографических изображений можно осуществлять с помощью современных программных продуктов иллюстративной графики Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, Corel Draw и др. Возможность данных программных продуктов позволяют качественно, эффективно и стабильно решать задачи по созданию и оформлению, как на промежуточных этапах, так и на конечном этапе. Применение каждого из предложенных пакетов приемлемо для решения задач по оформлению картографических изображений.

В результате на основе новейших баз исходных данных, используя программные средства геоинформационного картографирования MapInfo и ArcView, встроенные языки программирования MapBasic и Avenue, продукт иллюстративной графики Adobe Photoshop, охватывающие весь спектр задач по созданию цифровых тематических карт, автором создан электронный атлас экологических и социальных карт (ГИС) г. Ижевска.

Созданная система позволяет решать следующие задачи:

- накопление и обработка баз данных,
- получение статистической информации о параметрах, определяющих структуру и палитру любого слоя;
- поиск картографических объектов по их атрибутам,
- совмещение слоев друг с другом, наложение их друг на друга для сравнительного анализа,
- решение прикладных задач, используя методы математико-картографического моделирования,

- просмотр состояния территории одновременно с использованием нескольких слоев,
- автоматизированное создание карт с применением различных способов изображения и др

ГЛАВА 3. СОДЕРЖАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА Г. ИЖЕВСКА

По результатам изучения территории был создан социально-экологический атлас г. Ижевска. Основной целью атласа является предоставление в наглядной картографической форме сложной картины современного социального и экологического состояния территории. При создании атласа были использованы материалы различных организаций Ижевска. Удмуртского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центра госсанэпиднадзора в городе Ижевске, Удмуртского отделения ФГУП «Уралаэрогеодезия», Муниципального унитарного предприятия города Ижевска «Ижводоканал», Геоэкологической лаборатории УдГУ (аттестат аккредитации № РОСС RU 0001 511338 от "27" июня 2002 г.)

При создании атласа использовалась максимально полная, достоверная, сопоставимая и современная информация о состоянии и динамике социальной и экологической обстановке

Открывают атлас карты первого раздела, отражающие социальную обстановку г. Ижевска

- Административное деление и планировочная структура (представлены слои административных районов, жилых районов и жилых микрорайонов),
- Функциональное зонирование городской территории (выделены компоненты многоэтажная застройка, индивидуальная застройка, садоводческие объединения, промышленные зоны, леса и рекреация);
- Обеспеченность объектами коммунального хозяйства (представлена обеспеченность жилой застройки водо-, газо-, теплоснабжением, канализацией),
- Обеспеченность объектами торговли (представлена обеспеченность предприятиями торговли по градам – очень низкая, низкая, средняя, высокая, очень высокая),
- Общественный транспорт и транспортная доступность (показана транспортно-пешеходная доступность к общегородскому транспортному центру (до 15 мин, от 16 до 30 мин, от 31 до 45 мин, более 45 мин) и автобусные, троллейбусные, трамвайные маршруты с остановочными пунктами),
- Озеленения (представлены площадь озеленения в гектарах и процент озеленения жилых и промышленных районов),
- Состояние здоровья детского населения (представлены слои размещения больниц, педиатрических участков и заболеваемости детского населения) и др.

Во втором разделе атласа присутствуют карты, отражающие состояние окружающей природной среды. Это такие карты как

- Объем транспортного потока (представлены транспортные потоки по основным улицам в час «пик», выраженные в числе машин в час),
- Карта индекса загрязнения атмосферы при неблагоприятных для рассеяния метеоусловиях Как следует из нее максимальное значение ИЗА (больше 3) принимается в центре, на северо-востоке и вблизи магистральных улиц Удмуртская и К Либкнехта;
- Космофотоснимок загрязнения снежного покрова в начале весеннего снеготаяния, что фактически является интегральным показателем суммарного загрязнения снежного покрова в течение зимнего периода за счет осадения загрязняющих веществ (максимум загрязнения обнаруживается в центре города и плавно уменьшается к окраинам);
- Карта качества питьевой воды (отображены наиболее благополучные в отношении качества питьевой воды территории г. Ижевска – западная часть города с ИЗВ от 0,2 до 0,4 и менее благополучные – восточная часть города с ИЗВ > 0,6; показаны дебиты и качество воды родников),
- Карта суммарного показателя загрязнения почв (Zc), (позволяющая выявлять основные зоны техногенного загрязнения),
- Карта суммарного показателя антропогенной нагрузки (СПАН) по состоянию на 1990 год.
- Карта СПАН по состоянию на 2000 год (сравнение карт показало, что антропогенная нагрузка на окружающую среду за эти годы резко снизилась с 2-3 единиц до единицы) и др

Атлас создан на базе современных геоинформационных технологий, что позволяет оперировать огромными массивами картографических данных и изучать с использованием количественных методов влияние экологических и социально-экономических факторов на здоровье населения

ГЛАВА 4. ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОЦИАЛЬНЫМИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТЕРРИТОРИИ

Исследование связей между характеристиками состояния компонентов природной среды и здоровьем населения показало, что произошедшее в 1990-е гг снижение общего уровня загрязнения воздушного бассейна и изменение его структуры повлекло за собой как изменение территориального распределения величин интегральных показателей загрязнения, так и изменение характера зависимости между показателями экологической обстановки и состоянием здоровья населения. Уровень заболеваемости населения растет, но связь с показателями состояния окружающей среды становится менее выраженной. Предполагается, что это связано с социальной обусловленностью многих болезней, в связи с чем необходим учет социально-экономических условий.

Определение характеристик оптимальной сетки исследования. Состояние здоровья жителей города зависит от множества пространственно неоднородных

факторов. Определение корреляционных коэффициентов – это удобная модель, являющаяся необходимым элементом многомерного статистического анализа. Взаимосвязь двух признаков проверяется посредством расчета коэффициента парной корреляции r . Для этого формируются два ряда сопоставимых значений признаков, один из которых, в нашем случае, – уровень заболеваемости детского населения, другой – уровень той или иной социальной или экологической характеристики. Между значениями этих двух рядов устанавливается мера связи, а также ее достоверность (превышение значимости коэффициента корреляции над критическим значением распределения Стьюдента с $P=0,95$). Значения характеристик снимаются в узлах сетки исследования, накладываемой на оба сравниваемых слоя. При высокой неоднородности сравниваемых характеристик расположение узловых точек способно повлиять на результат. Поэтому одна из задач исследования заключается в определении характеристик оптимальной сетки.

Задача была решена следующим образом. Исследовались четыре типа сеток: прямоугольная, треугольная, гексагональная и случайная, также варьировались размеры ячейки (один из многочисленных вариантов представлен на рис. 1). Ввиду большого объема картографических и вычислительных работ на языке программирования Avenue (ArcView) был создан блок программ, позволяющий проводить математико-статистический анализ картографических данных. Были получены коэффициенты корреляции по сеткам с разными параметрами ячеек.

В атрибутивную информацию точки, соответствующей данному узлу, записывались характеристики объектов соответствующих слоев. В результате получался массив точек с двумя характеристиками. Затем определялся коэффициент корреляции и превышение значимости над критическим значением распределения Стьюдента (достоверность). Таким образом, получались тройки чисел: коэффициент корреляции r и параметры сетки a и b , а также достоверность d и параметры сетки a и b . В результате варьирования параметров сетки a и b в интервале от 100 до 1100 метров включительно была получена группа точек с координатами $a, b, r(a,b)$. Для прямоугольных, треугольных и случайных сеток с помощью программы ArcView построены трехмерные поверхности функций $r(a,b)$; для гексагональных сеток (где a – грань шестиугольника), используя программу MS Excel, построены графики функций $r(a)$. На рис. 2 отображены вариации коэффициента корреляции между заболеваемостью детей и обеспеченностью объектами коммунального хозяйства. На построенных поверхностях и графиках четко видны экстремумы коэффициентов корреляции. Также для прямоугольных, треугольных и случайных сеток построены трехмерные поверхности (для гексагональных – графики) достоверности, на которых выделяются области, где коэффициенты корреляции достоверны.

Использование ГИС-технологий позволило варьировать видами и параметрами сетки. В результате было выявлено, что коэффициент корреляции не зависит от вида сетки (прямоугольная, треугольная, гексагональная или случайная), но существенно зависит от размеров ячейки. Так был определен эффективный размер стороны ячейки – 500 (или 600) м. При этих значениях коэффициент корреляции претерпевает устойчивый максимум. Такие же размеры имеют большинство педанти-



Рис. 1. Узлы прямоугольной сетки (размер ячейки 500x500).



Рис. 2. Зависимость коэффициента корреляции между заболеваемостью и обеспеченностью коммунальными удобствами от размеров гексагональной сетки.

ческих участков и/или кварталов застройки, которые являются минимальными территориальными единицами, имеющими индивидуальные атрибутивные данные

Выявление связей между социальными и экологическими характеристиками. Полученные результаты определения параметров оптимальной сетки были использованы при выявлении связей между социальными и экологическими характеристиками. При этом предполагается, что характеристики социальной обстановки (например, обеспеченности предприятиями торговли), не влияя или слабо влияя на здоровье непосредственно, могут играть роль косвенных индикаторов, отражая трудно поддающиеся непосредственному изучению различия в уровнях и образе жизни

Наиболее сильная и достоверная связь обнаруживается между показателями детской заболеваемости за 2001 г и ИЗА_{гму} ($r=0,64$), что близко к ранее выявленным подобным показателям ($r=0,54$, по состоянию на 1990 г). При этом рост тесноты связи может быть связан с использованием оптимальной сетки исследования, в отличие от ранее использовавшейся случайной. Однако теснота связи показателей детской заболеваемости за 2001 г. с социально-экономическими характеристиками ($r=0,59$ для обеспеченности объектами коммунального хозяйства и $r=0,48$ для обеспеченности предприятиями торговли) лишь немногим меньше. При этом важно отметить, что парадоксальная прямая зависимость между заболеваемостью и социально-экономическими характеристиками выявляется не только на уровне пятиквартальных участков и территорий обслуживания поликлиник, но и для районов и городов Удмуртии и регионов России

Из других выявленных значимых связей следует отметить отрицательную связь между детской заболеваемостью и озелененностью микрорайонов ($r=-0,37$), что отражает как оздоровливающее влияние зеленых насаждений, так и ограниченные возможности реализации этого влияния в крупном промышленном городе

Границы участков обслуживания медицинских учреждений, к которым относятся элементарные показатели заболеваемости, чужеродны по отношению к потокам и ореолам загрязнения и силу этого неоднородны. Распределение показателей создает видимость однородности показателей внутри участков и контрастов на их границах. В целях минимизации влияния искажающих факторов на результаты исследования при помощи геоинформационных методов выполнен ряд операций по преобразованию картографических изображений.

Континуализация карт экономических и социальных характеристик. В целях минимизации влияния контуров территориальных единиц на результаты исследования и приведения информации к более удобному для сопоставления виду, выполнена континуализация в форме замены дискретного картографического изображения способом картограмм на непрерывное, способом псевдоизолиний. При этом использована следующая методика. На языке программирования Avenue (ArcView) была создана программа, генерирующая слой точек. Каждая точка является центроидом определенного полигона (территориальной единицы). В атрибутивную информацию точки записывается соответствующая атрибутивная информация полигона (заболеваемость, озелененность и т.д.). В MAGSURFe по этим точ-

кам строятся псевдоизолинии соответствующей характеристики. Один из результатов представлен на рис 3.

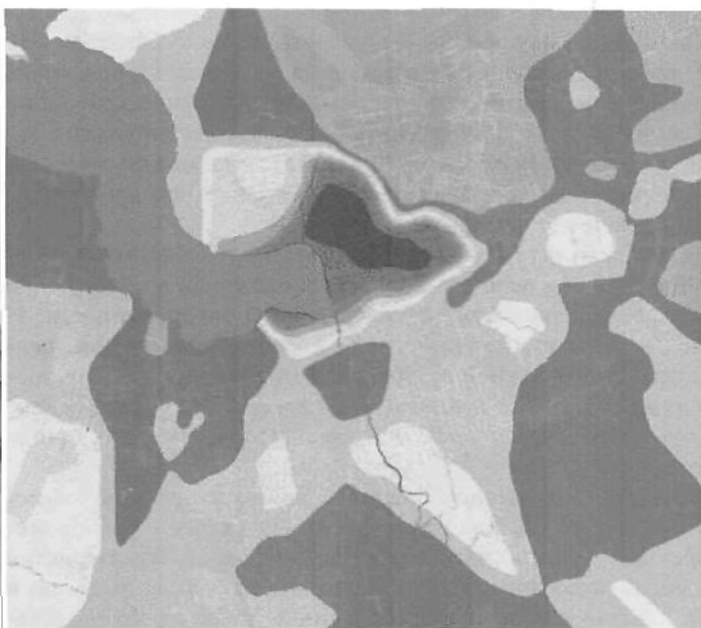
Территориальный анализ связей между социальными и экологическими характеристиками. В крайне неоднородной городской среде следует ожидать неоднородности также и по характеру связей между изучаемыми параметрами. Исследование пространственной неоднородности тесноты связей между рассматриваемыми характеристиками выполнено при помощи метода изокоррелят. При этом за коэффициенты корреляции принимались косинусы углов между градиентами к изолиниям сопоставляемых характеристик в точках их пересечения.

Методика создания карт изокоррелят включает: наложение двух слоев, содержащих изолинии (псевдоизолинии) соответствующих характеристик, поиск точек пересечения (x, y) изолиний одного слоя с изолиниями другого, определение градиентов в этих точках для изолинии одного слоя и другого, вычисление $\text{Cos } \alpha$, где α – угол между градиентами; генерация слоя точек пересечения с координатами $(x, y, \text{Cos } \alpha)$, построение изолиний (изокоррелят) по точкам $(x, y, \text{Cos } \alpha)$

Связь между загрязненностью воздуха при неблагоприятных метеоусловиях (ИЗАНму) и детской заболеваемостью Для города в целом $r=0,64$, т.е. имеет место прямая связь средней силы. Как видно из карты изокоррелят (фрагмент на рис 4), теснота связи в пределах города изменяется от 0,1 до 0,7, достигая максимумов на относительно благополучных окраинах и в центре города, где уровень загрязнения максимален. Минимумы тесноты связи выявились при средних для города уровнях загрязнения, в окрестностях предприятий и транспортных магистралей, при высокой контрастности уровней загрязнения, превосходящей обусловленную сеткой врачебных участков меньшую контрастность показателей заболеваемости. Во всех 5 контурах минимальных значений корреляции жилая застройка отсутствует полностью, либо занимает их незначительную часть, и показатели заболеваемости являются условными, фактически отражая их значения в пределах соседних жилых зон. То, объективный характер связи нашел подтверждение при пространственном анализе с использованием метода изокоррелят.

Связь между суммарным показателем загрязнения почв (Z_c) и детской заболеваемостью Для города в целом $r=0,17$. Теснота связи достигает максимальных значений (0,9) в районах частной застройки с садово-огородными участками, что указывает на пищевой механизм воздействия загрязненных городских почв на здоровье. Низкие значения выявились в районах многоэтажной застройки, в пределах промышленных зон (где псевдоизолинии заболеваемости условны) и на слабо загрязненных окраинах. То, метод изокоррелят позволил выявить закономерную связь и в том случае, когда для города в целом эта связь проявляется слабо.

Связь между суммарным показателем антропогенной нагрузки (СПАН) и детской заболеваемостью Для города в целом коэффициент $r=0,43$. Теснота связи максимальна в окрестностях основных промышленных зон и минимальна в относительно благополучных кварталах частной застройки, на окраинах. То, объективный характер связи в данном случае также нашел подтверждение.



Уровень детской
заболеваемости, ‰

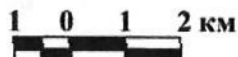
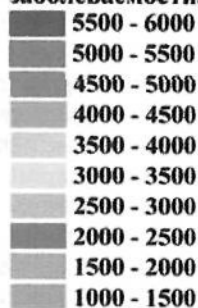


Рис. 3. Карта псевдоизолиний детской заболеваемости 2001 г.



Значения $\text{Cos } a$

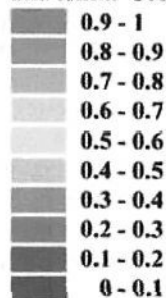


Рис. 4. Карта изокоррелят между загрязненностью воздуха при неблагоприятных метеоусловиях (ИЗАНму) и детской заболеваемостью.

Связь между степенью озелененности и детской заболеваемостью Для города в целом $r = -0,37$ Как и в предыдущем случае, теснота связи достигает максимумов по модулю $(-0,9)$ вблизи предприятий, а также на окраинах города, очень контрастных по озелененности и другим характеристикам экологической обстановки. Низкие значения тесноты связи приурочены к районам с неоднородным характером застройки. Тот же объективный характер обратной связи между озелененностью и детской заболеваемостью также нашел подтверждение при пространственном анализе с использованием метода изокоррелят.

Связь между обеспеченностью объектами коммунального хозяйства и детской заболеваемостью Для города в целом $r = 0,59$ В расположении максимумов и минимумов тесноты связи не прослеживается определенной закономерности. Максимумы беспорядочно сменяют друг друга, в т.ч. на коротких расстояниях, центре и на окраинах, в районах многоэтажной и частной застройки, а также и в промышленных и рекреационных зонах. Тем же, данная связь, не имеющая в своей основе причинного характера, при пространственном анализе с использованием метода изокоррелят подтверждения не нашла.

Связь между обеспеченностью предприятиями торговли и детской заболеваемостью Для города в целом $r = 0,48$ Как и в предыдущем случае в расположении максимумов и минимумов тесноты связи между данной парой характеристик не прослеживается определенной закономерности. Тем же, данная связь, не имеющая в своей основе причинного характера, при пространственном анализе с использованием метода изокоррелят подтверждения также не нашла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главный результат диссертационной работы заключается в методической и практической (на примере г. Ижевска) разработке научной проблемы геоэкологической оценки территорий, на основе географически корректного использования возможностей геоинформационных технологий. Этот результат складывается из следующих составных частей:

1. На основе анализа опыта разработки ГИС муниципального уровня и возможностей современных технологий, а также с учетом исторически сложившихся географо-экологических особенностей г. Ижевска как достаточно типичного для России крупного промышленного центра и изученности экологической обстановки на его территории, определен рациональный комплекс программных средств для количественного картографирования экологических и социально-экономических факторов, влияющих на состояние здоровья населения.

2. Создана ГИС «Электронный социально-экологический атлас Ижевска», как система цифровых карт, увязанных между собой по использованным программным средствам, общегеографической основе, степени детальности и времени создания.

3. Выполнено исследование связей между показателями экологической и социальной обстановки, в результате чего

- выяснено, что при изучении экологической и социальной обстановки те же

связей существенно не зависит от вида сетки (прямоугольная, треугольная, гексагональная или случайная), но зависит от размеров ячеек. Наибольшая достоверность связей выявляется при размерах ячеек 500x500 или 600x600 м, что близко к преобладающим размерам городских кварталов и педиатрических участков при многоэтажной застройке,

- выявлены статистически достоверные связи между большинством сравниваемых характеристик (загрязнение атмосферного воздуха, почв, суммарная антропогенная нагрузка, озелененность, обеспеченность объектами коммунального хозяйства и предприятиями торговли, состояние здоровья детского населения),

- установлено, что пространственный анализ с использованием метода изокоррелят позволяет выявлять наличие или отсутствие объективного характера статистических зависимостей, и сформулированы соответствующие признаки. Признаки объективного характера связи - упорядоченная, причинно объяснимая приуроченность минимумов и максимумов изокоррелят к районам города с разным характером функционального использования, застройки, расположения по отношению к центру и окраинам города, основным источникам загрязнения. Признак случайного характера связи - отсутствие упорядоченности в расположении минимумов и максимумов изокоррелят

4 Предлагаемая методика картографирования и определения корреляционных коэффициентов между состоянием здоровья детского населения и различными социальными и экологическими показателями, позволяет повысить объективность принятия управленческих решений и эффективность мероприятий по поддержанию и улучшению состояния окружающей среды

Основные работы, опубликованные по теме диссертации

1 Габдуллин В М, Габдуллина Л А Использование статистических методов анализа для выявления зон влияния предприятий крупного промышленного города // Современные методы эколого-геохимической оценки состояния и изменений окружающей среды Тезисы Межд школы НИИ Геохимии биосферы РГУ. Новоросийск, 2003

2 Габдуллин В.М, Габдуллина Л А Картографическое исследование экологической обстановки в условиях промышленного города с помощью ГИС // Материалы II Межд научно-практ конф "Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов теория, методы, практика" Нижневартовск, 2003 с 70-71

3 Стурман В И, Малькова И Л, Посадов А Л, Сидоров В П Гагарина О В. Габдуллина Л А Динамика экологической обстановки в г. Ижевске и ее влияния на здоровье детского населения // Вестник Удмуртского университета Науки о Земле. 2003 С 31-44

4. Габдуллина Л А Использование ГИС-технологий при исследовании социально-экологической обстановки // Проблемы землепользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах Материалы межд науч конф Белгород, 2004 С. 91-93

5. Габдуллин В М , Габдуллина Л А Математико-статистическая обработка результатов ГИС-моделирования социальной и экологической информации // Сб тез докл XII Межд конф «Ломоносов 2005», М Изд МГУ, 2005 с 23

6 Габдуллин В.М., Габдуллина Л А Использование ГИС для исследования связи между заболеваемостью детского населения и различными социальными факторами // География в меняющемся мире взгляд молодых ученых Мат. Молодежной научно-практ. конф студентов, аспирантов и преподавателей (в рамках Большого Географического Фестиваля, посвященного 80-летию факультета географии и геоэкологии СПбГУ) СПб , 2005, с 283-285

7. Габдуллина Л А Исследование социально-экологической обстановки урбанизированной территории с использованием ГИС // Экология проблемы и пути решения Мат. XIII Всероссийской научно-практ конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Пермь, 28-30 апреля 2005 г , Ч I, с 49-51

8 Габдуллина Л А Выявление с помощью ГИС социальных и экологических факторов, влияющих на рост заболеваемости детского населения // 7-я науч -практ конф преподавателей и сотрудников УдГУ Материалы конференции Часть I Ижевск, 2005 с 225-230

9. Стурман В И , Габдуллина Л А. Подходы к пространственному анализу состояния окружающей среды в экологическом картографировании // Университетская география Материалы юбилейной научной конференции М Географический факультет, 2005. С 255-263

10. Габдуллина Л А Геоинформационное исследование связи между заболеваемостью детского населения и различными социальными и экологическими факторами // Вестник Удмуртского университета, №11, 2005 С 183-190

11 Габдуллина Л А Применение ГИС и средств статистики для исследования связи между различными социальными и экологическими факторами // 75 лет высшему образованию в Удмуртии Межд науч. конф , Ч 2 Естественные науки, Ижевск, 2006 с. 116-117

12 Стурман В И , Малькова И Л , Габдуллина Л.А , Посадов А Л. Количественные показатели экологической обстановки на разных пространственных уровнях // Известия РАН Серия географическая, 2006, № 3 С 84-93

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 23.04.2007 Формат 60x84 1/16

Тираж 100 экз Заказ № 682

Типография ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4