



В АРХИТЕКТУРЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ ВАО МОСКВЫ)

¹Никифорова Е.М., ²Кошелева Н.Е., ³Лабутина И.А., ⁴Хайбрахманов Т.С.
Географический факультет
Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова
Москва, Россия
E-mail: ^{1,2}natalk@mail.ru, ³ilabutina@mail.ru, ⁴khaibrik89@yandex.ru

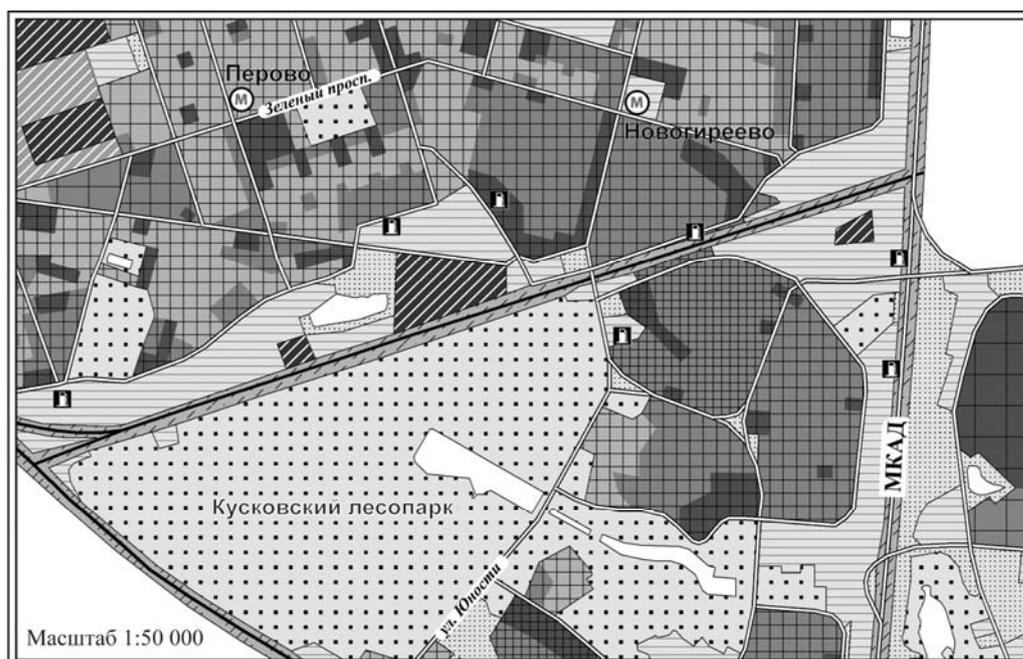
GEOINFORMATION LANDSHAFTNO-GEOCHEMICAL MAPPING OF CITY LANDSCAPES (ON THE EXAMPLE OF EAST ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW)

*Nikiforova E.M.*¹, *Kosheleva N.E.*², *Labutina I.A.*³, *Khaibrakhmanov T.S.*⁴
Geographical Faculty
M.V.Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia
E-mail: ^{1,2}natalk@mail.ru, ³ilabutina@mail.ru, ⁴khaibrik89@yandex.ru

Abstract. The research suggests the approaches for compiling ecological and geochemical maps. A landscape-functional zoning of the Eastern Administrative District of Moscow was made and a synthetic landscape-geochemical map that reflects the differentiation of landscapes in terms of accumulation and the risk of contamination with heavy metals was created.

Введение. Решение сложных задач эколого-географического картографирования городских территорий в настоящее время немыслимо без использования геоинформационных методов [Жуков, Новаковский, Чумаченко, 1992]. Эколого-географическое картографирование города – это комплексная оценка состояния урбанизированных территорий как среды обитания, включающая системное рассмотрение структуры, взаимодействия и развития всех составляющих урбогеосистемы с приоритетом экосистемного подхода [Макаров, Новаковский, Чумаченко, 2002]. Отечественный опыт составления крупномасштабных ландшафтно-геохимических карт очень невелик, а их методика для городских территорий достаточно сложна и окончательно не разработана [Буренков и др., 1990, Глазовская, 2002, Касимов 1995]. Основные принципы крупномасштабного геохимического картографирования территорий, измененных техногенезом, предложены Н.П. Солнцевой [Солнцева, 1976]. Одним из первых примеров составления ландшафтно-геохимических карт при изучении загрязнения городской среды является статья И.А. Авессаломовой [Авессаломова, 1986]. Геохимический аспект эколого-географического картографирования городских ландшафтов рассматривался в работах [Богданов и др., 2011, Макаров и др., 2002, Касимов, 1995].

В связи с глобальным процессом урбанизации и резким увеличением загрязнения городов возникла необходимость проведения на их территориях геоинформационного ландшафтно-геохимического картографирования. ГИС-технологии как нельзя лучше отвечают сущности геоэкологических исследований; теоретическую и методическую основу которых составляют геохимия ландшафтов и прикладная геохимия окружающей среды [Саэт и др., 1990, Перельман, Касимов, 1999].



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Функциональные зоны



Рис. 1. Фрагмент карты функциональных зон территории ВАО Москвы

Среди основных загрязнителей городских ландшафтов ведущее место занимают тяжелые металлы (ТМ), многие из которых считаются приоритетными токсикантами, способными вызвать у живых организмов канцерогенные мутации. В качестве объекта картографирования выбрана территория Восточного административного округа (ВАО) Москвы, на которой расположен ряд крупных промышленных зон, автомагистралей, районная тепловая станция, мусоросжигательный завод и др. Все эти объекты являются источниками загрязнения. Цель работы – на основе покомпонентных карт природы, функционального зонирования и геохимических карт составить результирующую ландшафтно-геохимическую карту ВАО Москвы М 1:50 000, отражающую эколого-геохимическое состояние и опасность загрязнения городских ландшафтов ТМ.

Составление вспомогательных карт ландшафтно-функциональной структуры и уровней загрязнения ландшафтов

Карта функциональных зон. В связи с тем, что функциональная структура играет ведущую роль в формировании техногенных геохимических аномалий [Перельман, Касимов, 1999], нами разработана методика и составлена карта функционального зонирования [Лабутина, Хайбрахманов, 2010] как пространственной основы для выделения ландшафтов по степени загрязнения и оптимизации сети мониторинга (рис. 1). С использованием прямых и косвенных дешифровочных признаков на космических снимках сверхвысокого разрешения (QuickBird, 2,4 м) выделены контуры функциональных зон:

производственно-транспортной, жилой (селитебной), рекреационной, специального назначения, включая агроландшафты.

Специфика применения карты обусловила ее содержание. Помимо функциональных зон карта отражает ряд характеристик, важных для ландшафтно-геохимических задач. Это структура застройки и степень озеленения жилых кварталов, изменяющие направление и скорость воздушных потоков, а, следовательно, и распределение загрязняющих веществ. Кроме того, в промышленной зоне по космическим снимкам в тепловом диапазоне (Landsat 7,6 м) были выявлены территории действующих промышленных предприятий. В транспортной подзоне отдельно показаны автозаправочные станции, являющиеся источниками поступления ТМ в ландшафты.

Карты природных условий территории Москвы и Восточного округа. В настоящее время ландшафтная структура рассматриваемой территории сильно трансформирована, большая ее часть застроена и покрыта асфальтом. Рельеф местности спланирован, долины водотоков засыпаны, а большинство рек и ручьев заключено в коллекторы. Почвенно-растительный покров на значительной территории уничтожен и перекрыт техногенными наносами различного состава и мощности (от 1 до 6 и более м), нарушен биологический круговорот веществ и изменен ряд других процессов, свойственных природным южно-таежным ландшафтам.

В результате урбанизации оказались нарушенными миграционные потоки веществ в ландшафтах, режим атмосферной циркуляции, водно-воздушный режим и физико-химические свойства отдельных компонентов, что в целом отразилось на характере функционирования экосистемы. Вместе с тем, несмотря на значительные изменения исходных свойств среды в ней проявляются основные закономерности зональных биоклиматических процессов. Поэтому при проведении ландшафтно-геохимического картографирования городов наряду с функциональным зонированием необходимо учитывать исходную природно-обусловленную ландшафтную структуру территории.

Основополагающую информацию о природных условиях и особенностях распространения исходных (коренных) урочищ на исследуемой территории содержит ландшафтная карта Москвы [14], согласно которой преобладающим типом урочищ в округе являются плоские и слабоволнистые равнины (с абс. выс. 160-170 м), сложенные водноледниковыми песками, залегающими на морене и местами перекрытые покровными суглинками (до 1 м), плохо дренируемые, с дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами под основными лесами. Широким распространением на территории округа пользуются также низкие долинные зандры (абс. выс. 140 м), представляющие собой плоские, местами заболоченные поверхности, сложенные древнеаллювиальными песками с прослоями алевритовых суглинков, с дерново-подзолистыми глеевыми почвами под сосняками с елью и дубом.

Другой структурообразующей картой является составленная авторами карта элементарных геохимических ландшафтов (рис. 2). Она отражает условия миграции загрязняющих веществ, влияющие на их накопление и рассеяние в ландшафтах и формирующие их геохимическую структуру. При разработке содержания карты использованы геохимические основы типологии и методики изучения природных ландшафтов [Глазовская, 2002]. С учетом границ речных водосборов на карте выделены пять типов элементарных ландшафтов: элювиальный, трансэлювиальный, трансаккумулятивный, супераккумулятивный и аккумулятивный. Наибольшее распространение на территории округа получили элювиальные и трансаккумулятивные элементарные ландшафты. Первый тип ландшафтов формируется на повышенных элементах рельефа при достаточно глубоком залегании грунтовых вод и поступлении веществ лишь из атмосферы, второй тип занимает пониженные участки рельефа, для которых характерен не только вынос, но и частичная аккумуляция техногенных продуктов в твердом и жидком стоке. Элювиальные ландшафты характерны для территорий водноледниковых равнин, занятых жилой застройкой и промзонами, трансаккумулятивные – низких долинных зандров, также сильно застроенных.

Кроме рассмотренных карт при составлении ландшафтно-геохимической карты ВАО использовался большой блок покомпонентных (геологическая, геоморфологическая, почвенная и др.) и вспомогательных карт (рыхлых отложений, мощности техногенных наносов, зон подтопления, рН почв и др.).

Моно- и полиэлементные геохимические карты. Для характеристики загрязнения городской среды ТМ в 2010 г. на территории ВАО были проведены почвенная и снегомерная съемки. В начале весны с шагом 500-800 м проведено опробование снежного покрова, а летом в этих же точках – верхнего (0-15 см) дерново-гумусового горизонта почв (рис. 1). В пробах снега и почв масс-спектральным и атомно-эмиссионными методами с индуктивно-связанной плазмой проанализировано валовое содержание 20-ти ТМ 1, 2 и 3 классов опасности. Пылевая нагрузка на ландшафты, характеризующая атмосферные поставки ТМ, определялась по содержанию взвеси в снеге, а уровни загрязнения ТМ почвенного покрова – с помощью суммарного показателя загрязнения $Z_c = \sum Kc - (n-1)$, где $Kc = C_x/C_f$, C_x , C_f – среднее содержание ТМ в городских и фоновых почвах соответственно, n – число накапливающихся металлов с $Kc > 1$ [4]. В качестве фоновых эталонов использовались дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы Мещерской равнины в 45-55 км к востоку от города.

По данным опробования снега и почв были составлены карты пылевой нагрузки и изоконцентрат содержания ТМ в почвах ВАО Москвы [Касимов и др. 2011, Кошелева и др. 2011]. В качестве их основы использовалась контурная составляющая карты функционального зонирования. Карта пылевой нагрузки составлена в изолиниях, проведенных через 0,02 г/м². Для изучаемой территории выделены четыре

категории загрязнения снежного покрова: $<0,04$, $0,04-0,08$, $0,08-0,12$, $>0,12$ г/м². Наиболее высокие показатели техногенных пылевых выпадений обнаружены в пределах крупных промзон в западной части округа и вдоль автомагистралей, таких, как МКАД и шоссе Энтузиастов.

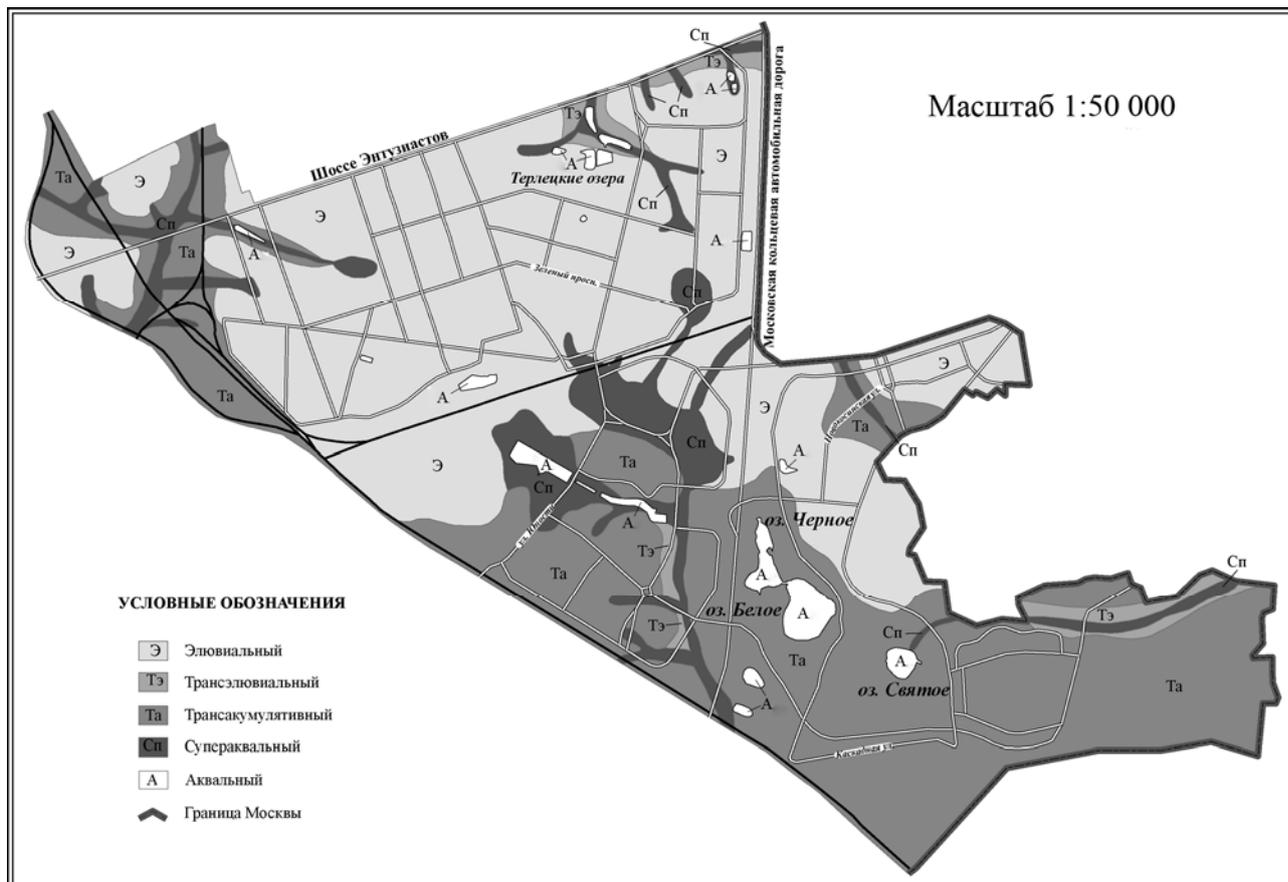


Рис. 2. Карта элементарных геохимических ландшафтов ВАО г. Москвы

На территории ВАО выделены следующие уровни загрязнения почвенного покрова ТМ, которым соответствуют определенные градации экологической опасности: низкий/неопасный (Z_c менее 16), средний/неопасный и умеренно опасный (Z_c 16-32), высокий/опасный (Z_c 32-64), очень высокий/очень опасный (Z_c 64-128), максимальный/чрезвычайно опасный (Z_c более 128).

Интерполяция данных в точках опробования почв и снега выполнена с использованием модуля Geostatistical Analyst программного пакета ArcGIS 9.3. Модуль позволяет строить поверхности, учитывающие глобальный тренд совместно с локальными вариациями, что наиболее важно при отображении характеристик распределения концентраций металлов в депонирующих средах.

Составление синтетической ландшафтно-геохимической карты Восточного округа Москвы

Эколого-географический анализ показал, что для корректной оценки уровней содержания и особенностей распределения ТМ в ландшафтах городских территорий необходимо выделение особых природно-техногенных систем. В качестве основной картографируемой единицы должны рассматриваться ландшафтно-функциональные комплексы, которые выделяются на основе покомпонентных карт природы и карты функционального зонирования.

Разработка содержания карты. Информация с карт природных условий и коренных ландшафтов анализировалась совместно с картой функционального зонирования территории. Использование оверлея слоев в программном продукте ArcGIS 9.3 обеспечило удобное сопоставление данных, привязанных в одной системе координат и имеющих одну проекцию. В результате анализа всех имеющихся карт-источников составлена синтетическая ландшафтно-геохимическая карта территории округа М 1:50 000. Ее фрагмент представлен на рис. 3. Полученные полигональные объекты содержат в атрибутивной таблице характеристики как ландшафтной и функциональной структуры территории, так и загрязнения снега и почв.

В основу карты положена геохимическая систематика городских ландшафтов [Перельман, Касимов, 1999]. Ее наиболее важные принципы учитывают два главных фактора: интенсивность и характер техногенной нагрузки, контролируемые уровнем промышленно-транспортного воздействия от основных источников загрязнения, и ландшафтно-геохимическую обстановку, влияющую на накопление и рассеяние

загрязняющих веществ и таким образом определяющую результаты этого воздействия.



Тип	Класс	Род (элементарный ландшафт)	Вид* (рыхлые отложения)	Функциональные зоны				
				Промышленная (П)	Транспортная (Т)	Селитебная (С)	Рекреационная (Р)	Агротехнологическая (А)
Урбанизированный морено-зандровый ландшафт Мещерской возвышенности	Техногенно-измененный, кальциевый	Эллиптический (Э)	Σ ₁ **	П-Э	Т-Э	С-Э	Р-Э	А-Э
		Трансэллиптический (ТЭ)	Σ ₂	П-ТЭ	Т-ТЭ	С-ТЭ	Р-ТЭ	А-ТЭ
		Трансаккумулятивный (ТА)	Σ _{2,3}	П-ТА	Т-ТА	С-ТА	Р-ТА	А-ТА
		Супераккумулятивный (С)	Σ _{3,4}	П-С	Т-С	С-С	Р-С	А-С

* Рыхлые отложения:

1. Водноледниковые пески каменистые с маломощными покровными суглинками на морене; 2. Древнеаллювиальные водноледниковые пески и супеси с прослоями суглинка; 3. Озерно-ледниковые суглинки с прослоями песков; 4. Ложино-балочные песчано-суглинистые отложения; 5. Культурные наносы преимущественно суглинистые с антропогенными включениями ** мощность: а) до 1 м; б) 1-3 м; в) 3-6 м

Рис. 3. Фрагмент ландшафтно-функциональной составляющей ландшафтно-геохимической карты ВАО г. Москвы

Легенда карты имеет табличный характер. На изучаемой территории выделен один тип ландшафта – урбанизированный морено-зандровый южно-таежный ландшафт Подмосковной Мещеры, характеризующий особенности биологического круговорота, и один класс ландшафта – техногенно-измененный кальциевый, отражающий трансформацию щелочно-кислотных условий. Миграционная структура территории показана с помощью элементарных ландшафтов, определяющих их положение в рельефе. Геохимическая специализация литогенного субстрата – рыхлых отложений и культурных наносов – показана индексами. Ландшафтный блок легенды характеризует природные условия миграции и дифференциации ТМ, а функциональные зоны – интенсивность техногенного воздействия на городские ландшафты.

Всего на карте выделено 20 таксонов ландшафтно-функциональных комплексов, которые показаны цветовым фоном. Цвет характеризует назначение функциональной зоны, а интенсивность цвета – положение элементарного ландшафта: чем насыщеннее цвет, тем более подчиненную позицию занимает ландшафт в катене. Таким образом достигнута определенная двухплановость изображения: на первый план выдвинуты функциональные зоны, контролируемые накопление ТМ в городских почвах, а природные характеристики, обуславливающие их катенарную миграцию и пространственное распределение, остаются на втором плане.

Каждый таксон на карте имеет свое индексное обозначение. Структура индекса определяется названием функциональной зоны, типом элементарного ландшафта, генезисом рыхлых отложений и мощностью техногенных наносов. Например, индекс П-Э^{5а}/₁ характеризует эллиптический ландшафт, занятый промышленной зоной и сложенный водно-ледниковыми каменистыми песками, перекрытыми культурным слоем мощностью менее 1 м.

Техногенная составляющая городской ландшафтно-геохимической обстановки оценена по

количеству атмосферных пылевых выпадений и показателю Z_c суммарного загрязнения почв (рис. 4). Для характеристики пылевой нагрузки использованы вертикальные штрихи синего цвета с разным шагом в зависимости от выделенных категорий, а для показателя Z_c – штрихи красного цвета с разным шагом в зависимости от уровня и степени опасности загрязнения ландшафтов ТМ. Размер и цвет штриховок позволили показать техногенные аномалии ТМ в снеге и почвах разной контрастности. На территории ВАО выявлен ряд комплексных аномалий ТМ в пределах крупных промзон и прилегающих жилых кварталов, расположенных в западной, центральной и восточной частях территории, а также вдоль крупных автомагистралей (МКАД и шоссе Энтузиастов). Степень опасности загрязнения ландшафтов определялась значениями пылевой нагрузки и показателя Z_c для почв [Перельман, Касимов, 1999].

Наложение характеристик загрязнения снежного и почвенного покрова в виде двух изолинейных полей позволило выявить участки постоянного интенсивного загрязнения, где поступление ТМ имеет продолжительный характер, а природная обстановка не способствует их выносу, то есть существует угроза для горожан, проживающих в этих кварталах.

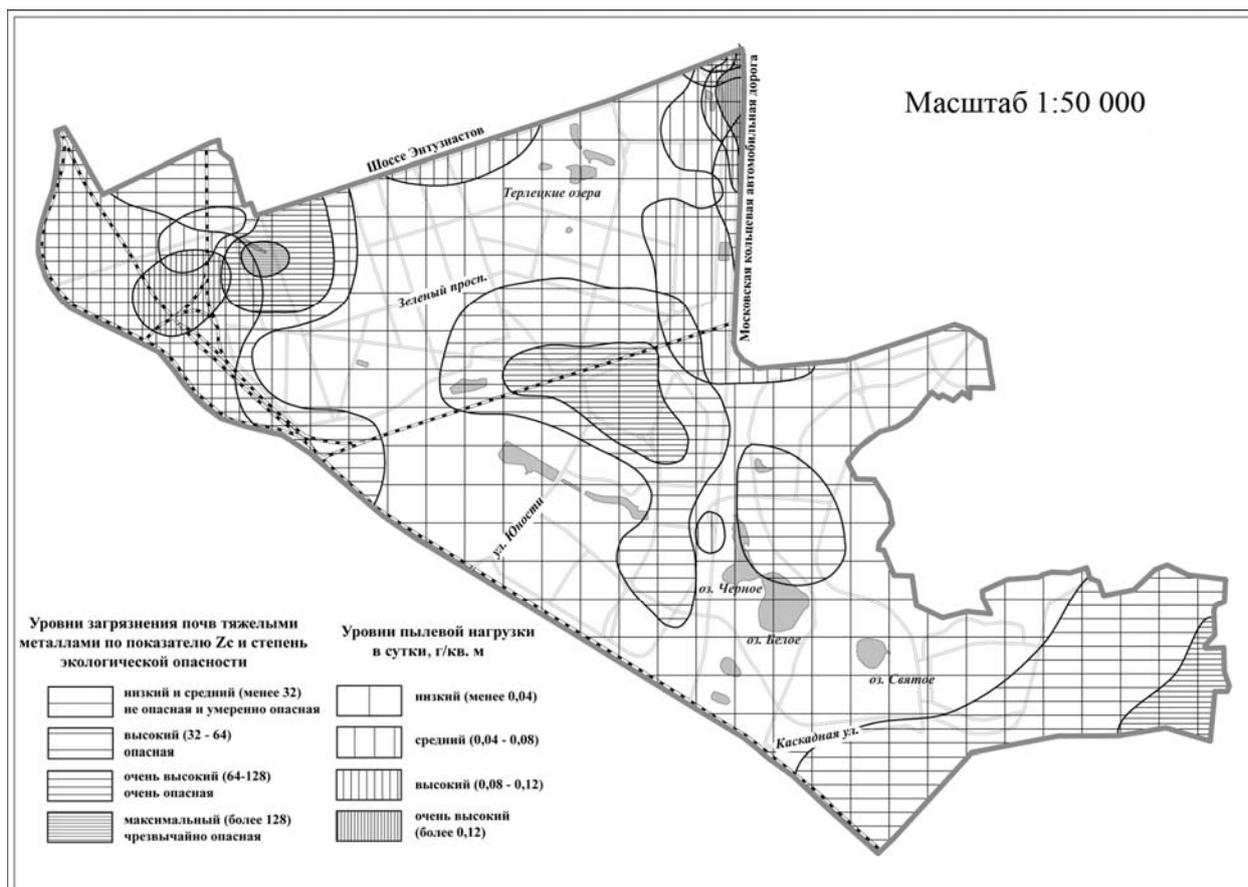


Рис. 4. Геохимическая составляющая ландшафтно-геохимической карты ВАО г. Москвы: уровни загрязнения почвенного покрова ТМ и пылевая нагрузка ($г/м^2$ в сутки) по данным 2010 г.

Таким образом, на основе анализа и обобщения серии карт на территорию урбанизированной южнотаежной экосистемы – ВАО Москвы – разработано содержание и составлена ландшафтно-геохимическая карта М 1: 50 000, в легенде которой совмещены техногенные и природные факторы и определены уровни загрязнения ТМ городских ландшафтов. На рассматриваемой территории выделено 20 ландшафтно-геохимических комплексов с различными уровнями и степенью опасности загрязнения ТМ, природно-техногенный статус которых определяет качество среды обитания горожан и оценивает экологические риски их проживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова И.А. Ландшафтно-функциональные карты при изучении геохимических аномалий в городе //Вестник Моск. ун-та, серия 5 география, 1986, № 5. С. 88-94.
2. Богданов Н.А., Николаевская Е.Л., Морозова Л.Н., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани: химическое загрязнение. Астрахань: Нижневолжский экоцентр, 2011. 204 с.

3. Буренков Э.К., Морозова И.А., Смирнова Р.С., Соколов Л.С., Челищев Н.Ф. Задачи и методы разномасштабного эколого-геохимического картирования /Эколого-геохимические исследования в районах интенсивного техногенного воздействия. Сб. науч. ст. М.: ИМГРЭ, 1990. С. 4-15.
4. Геохимия окружающей среды /Саег Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
5. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. Смоленск: Ойкумена, 2002. 288 с.
6. Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М.: Научный мир, 1999. 128 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО УРОВНЯ

*Архипова И.В., Ведухина В.Г.
Институт водных и экологических проблем СО РАН
Барнаул, Россия
E-mail: diva@iwep.asu.ru*

ECOLOGO-GEOGRAPHICAL MAPPING IN TOWN-PLANNING DESIGNING OF MUNICIPAL LEVEL

*Arkhipova I.V., Vedukhina V.G.
Institute water and environmental problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science
Barnaul, Russia
E-mail: diva@iwep.asu.ru*

Abstract. The issues of ecological data accounting in the documents for spatial planning are discussed. The reasoning of topicality of application of ecological-geographic mapping in urban design is given by the specific examples. The problems arisen at the development of spatial planning schemes of municipal level caused by ill-defined requirements to the content and representation of environmental information are identified.

В соответствии с градостроительным кодексом России на административные территории (края, области и их внутренние подразделения – районы) разрабатываются и утверждаются к исполнению Схемы территориального планирования (СТП), имеющие статус нормативно-правовых документов. Структурное содержание и состав Схем территориального планирования определены Градостроительным Кодексом (2004). Нормативные положения действующего Градостроительного Кодекса предусматривают включение в документацию территориального планирования муниципального уровня комплекта картографических материалов, т.е. картографическое обеспечение [Баранникова, 2005, Курбатова, 2006]. Обязательный комплект тематических карт (схем) содержит:

- схему основных проектных предложений (основной чертеж);
- схему планировочной организации территории;
- схему развития инженерного обеспечения;
- схему развития транспортной инфраструктуры;
- схему ограничений градостроительного развития.

В соответствии со спецификой муниципального образования в задании на проектирование устанавливается в необходимость разработки иных схем (например, туристско-рекреационного развития территории).

Следует отметить, что практически все выше упомянутые карты имеют экологическую составляющую [Курбатова, 2006]. Эколого-географический подход, как один из приемов информационного и картографического обеспечения принятия решений в области рационального природопользования, применяется при подготовке отдельных блоков и разделов документов территориального планирования.

Картографический анализ планируемой территории позволяет не только выявить основные закономерности и особенности ее пространственной организации, но и создать основу для обоснования проектных решений [Вильнер, 2007]. При работе над схемами территориального планирования возникает необходимость создания ряда дополнительных эколого-географических карт: ландшафтной структуры; оценки природных предпосылок хозяйственного использования; функционального зонирования; природного каркаса территории и др. Они позволяют:

- более полно оценить территорию по степени пригодности для развития определенных видов хозяйственной деятельности;

- предложить систему размещения проектируемых объектов и сопутствующей инфраструктуры;
- выработать комплекс природоохранных мероприятий и предложений по оптимизации условий жизнедеятельности человека;
- выявить ограничения по использованию территории;
- обосновать создание новых особо охраняемых природных территорий и объектов.

Однако вопрос обязательности создания экологических карт в качестве необходимого картографического материала практически не решен. В методических указаниях отсутствуют четкие требования учета экологической информации при разработке градостроительных предложений. За рамками инструктивных документов остались подходы и принципы создания крупномасштабных экологических карт в составе проектов. Слабо проработаны методические основы и критерии интегрирования экологической информации.

Практически не регламентируются состав и содержание экологических карт для схем территориального планирования муниципальных образований. Экологическая информация присутствует в проектной документации в текстовом или таблично-диаграммном виде без картографического отображения.

Заказчики градостроительной документации не проявляют особого интереса к результатам анализа экологической обстановки. Экологическое благополучие окружающей среды, заявленное как приоритетное направление территориального планирования, носит декларативный характер. На практике экологическая информация в той форме, в какой она присутствует в проектной документации, мало востребована при принятии градостроительных решений.

Свобода выбора подходов и методик экологического картографирования при разработке документов территориального планирования позволяет отображать на картах особенности проектируемых территорий, однако отсутствие регламентации экологической информации, не способствует унификации содержания и способов отображения, определяет зависимость содержания карт от квалификации специалистов-исполнителей.

Разработка градостроительной проектной документации в Алтайском крае и Республике Алтай, как и во многих других регионах России, направлена на упорядочение, систематизацию и управление происходящими и планируемыми изменениями размещения объектов производственной и социальной сферы, инженерной и транспортной инфраструктуры, а также служит основой для принятия решений, в т.ч. по охране окружающей среды.

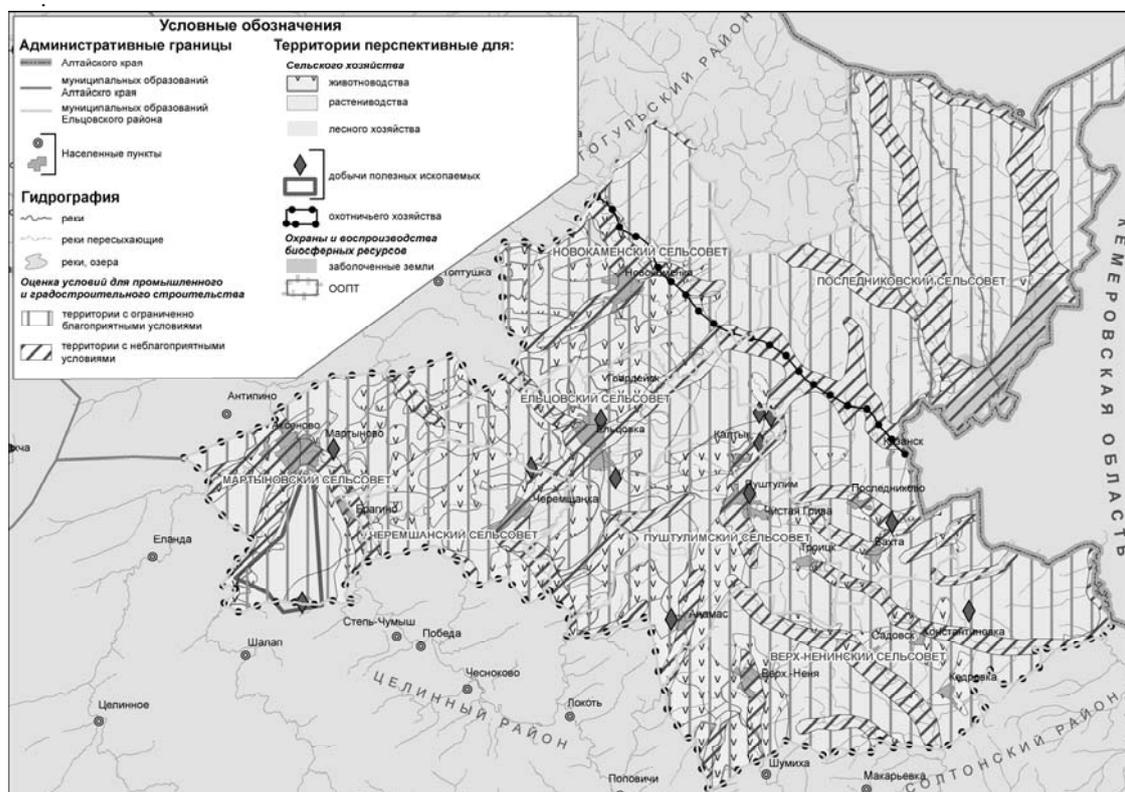


Рис. 1. Комплексная оценка возможности использования природно-ресурсного потенциала Ельцовского района Алтайского края

Имеющийся в ИВЭП СО РАН опыт по разработке фрагментов, разделов, частей и в целом планировочных документов включает территориальное планирование муниципальных образований, функциональное зонирование, оценку экологического соответствия архитектурно-планировочных решений, разработку предложений по охране окружающей среды. Разработаны методические подходы картографического обеспечения, создания интегрированных геоинформационных систем муниципального уровня, в совокупности дающие возможность детального анализа природных и хозяйственных характеристик в соответствии с требованиями федеральных и региональных законодательств, стратегиями социально-экономического развития территории. Планировочные проекты разрабатывались на территорию Курьинского, Топчихинского, Чарышского, Шипуновского, Ельцовского муниципальных образований Алтайского края, Майминского, Усть-Канского и Чемальского муниципальных образований Республики Алтай [Андреева, 2008; Архипова, 2009].

Планировочная структура этих административных единиц формировалась как система, основой которой служат элементы пространственного, природно-экологического, инженерного, историко-культурного каркасов, а также каркаса расселения.

Эколого-географический анализ территории нашел отражение в серии карт, составленных с применением ландшафтного подхода.

Ландшафтный подход традиционно используется проектировщиками для оценки возможности использования природно-ресурсного потенциала.

Однако следует отметить, что подобная оценка и, составленная на основе ландшафтного подхода, карта в дальнейших работах не используется. Их ценность в проекте сводится к инвентаризации и систематизации первичных фактических и статистических данных и экспертных оценок специалистов. Ландшафтный анализ территории не учитывается при разработке управленческих решений, приоритетное же значение имеет схема распределения земель по целевому назначению.

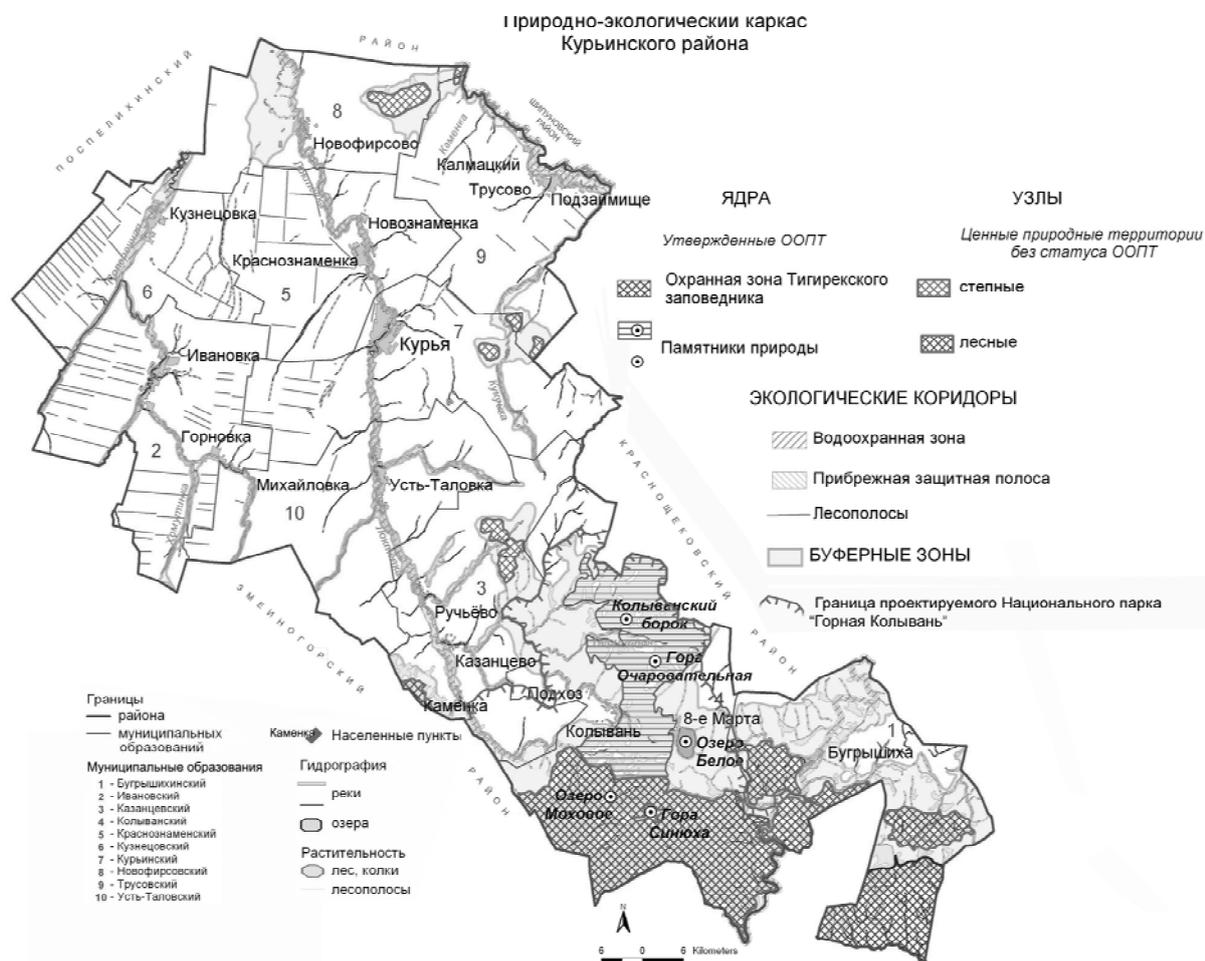


Рис. 2. Природно-экологический каркас Курьинского района

Нами разработана методика комплексной оценки природно-ресурсного потенциала с учетом данных о целевом назначении земель, их экспликация, сведений о наличии месторождений полезных ископаемых и другой информации (рис. 1). Проведенный анализ наглядно отражает пересечение территориальных интересов различных отраслей экономики – добычи полезных ископаемых, сельского и лесного хозяйства, выявить территории перспективные для рекреационного развития, охраны окружающей среды, позволяет определить приоритетные направления

В качестве еще одного примера применения эколого-картографического подхода при разработке документов территориального планирования может быть представлена проработка природоохранных вопросов в Схеме территориального планирования муниципального образования Курьинский район Алтайского края.

Южная часть территории данного района планируется под организацию национального парка «Горная Колывань», который как единое и достаточно крупное по площади природоохранное учреждение должен располагаться также и на территориях граничащих с Курьинским административных районов. Планируемая особо охраняемая природная территория была включена в проект природно-экологического каркаса района (рис. 2).

В схеме территориального планирования проработаны вопросы организации и функционирования национального парка как объекта федеральной собственности и подчинения, размещения инфраструктурных объектов, обоснование развития экономической, социальной и рекреационной сферы. Согласование проектных решений для планируемого национального парка района проводилось на федеральном уровне.

Входящая в перечень обязательных картографических материалов, Схема ограничений градостроительного развития относится к категории синтетических эколого-географических карт. Схема посвящена установлению природно-экологических градостроительных ограничений и служит основой для разработки требований, ограничений и конкретных рекомендаций по режиму использования территории и оптимизации экологической обстановки.

В основу анализа природных градостроительных ограничений Топчихинского района положены ограничения, обусловленные инженерно-геологическими условиями, с которыми тесно связано проявление неблагоприятных экзогенных геологических процессов.

Чрезвычайные ситуации, связанные с проявлением геологических процессов, обусловлены либо геолого-геоморфологическим строением и литологическим составом верхней толщи пород (например, поймы рек – периодическое затопление паводковыми водами; лессы – просадка, суффозия и др.; близкий уровень грунтовых вод – морозное пучение, вторичное засоление, заболачивание; иловатые пески в сочетании с близким залеганием уровня грунтовых вод, либо естественным развитием геоморфологических форм в результате водной эрозии – овраги, береговые обрывы и т.д).

Риски возникновения природных чрезвычайных ситуаций, связанные с развитием русловых процессов, развиваются в долине крупных рек района – Оби и Алея, Большой Речки. Экологическая катастрофа локального масштаба произошла в окрестностях с. Чаузово. Река Большая Речка в 70-80-х годах прошлого века оставила русло, по которому уходила в р. Обь, и повернула к северу и затерялась в обских пойменных болотах.

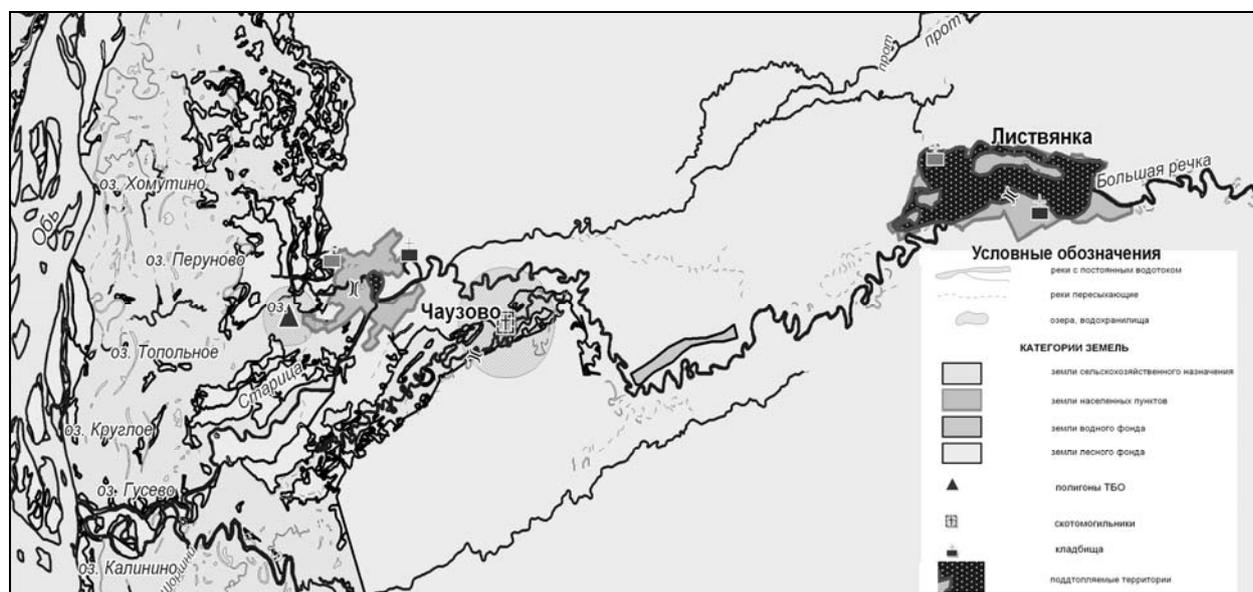


Рис.3. Фрагмент Схемы ограничений градостроительного развития Топчихинского района (исходный масштаб 1:50 000)

Весной в многоводные годы ниже с. Чаузово река текла в низкую пойму, наполняя систему стариц и заливных лугов. После спрямления русла угроза подтопления была частично снята, но вся система пойменных водоемов высохла, что привело к уничтожению нерестилищ и мест гнездования, а также угрозе возгорания тростников. Пожары перекидываются на лесные массивы Верх-Обского бора. В 1997 г. ущерб от лесного пожара, возникшего в пересохшей пойме только на территории Топчихинского района составил 15 млрд. рублей. В схеме территориального планирования для защиты с. Чаузово запроектировано выполнение изысканий для инженерно-гидрологического обоснования проекта гидротехнических мероприятий, т.к. произведенные на местном уровне

Риск возникновения русловых и оврагообразовательных процессов характерен также для долины р. Алей. Некоторые населенные пункты затапливаются с периодичностью достигающей 1 раз в 6-7 лет.

Из-за высокого стояния грунтовых вод в районном центре с. Топчиха происходит подтопление, в связи с чем имеются ограничения для застройки. Причем оврагообразование нередко провоцируется хозяйственной деятельностью, в т.ч. распашкой привершинных поверхностей, пренебрежением мерами противоовражной защиты. Это требует разработки системы противоовражных мероприятий для территории района.

Эти чрезвычайные ситуации нарастают постепенно, прогнозируемы и в большинстве случаев поддаются превентивному регулированию путем инженерно-технических (строительство, ремонт, реконструкция, модернизация защитных сооружений), предупредительных.

Примером экологического дисбаланса территории, выявленная в ходе работ по территориальному планированию Топчихинского района, может служить и следующая ситуация. На территории района были размещены, а затем ликвидированы около 10 лет тому назад пусковые установки баллистических ракет. Радиационный фон на месте бывших шахт не превышает естественного фона. Освобожденные от ракет и шахт земли оптимально было бы рекультивировать и передать району для использования в качестве кормовых угодий. Однако земли относятся к федеральной собственности, находятся в ведении Министерства обороны РФ, и вопрос о переводе земель в краевую собственность (плодородные сельскохозяйственные земли) не решается в течение многих лет.

К сожалению, при разработке Схемы территориального планирования Алтайского края ситуации не было уделено внимание. Решение данной экологически значимой проблемы в течение ближайших лет не представляется возможным.

Таким образом, учитывая многоплановость и комплексность вопросов, рассматриваемых и решаемых в схемах территориального планирования, нацеленность проектных решений на повышение качества жизни населения и экологического состояния территории, можно с уверенностью утверждать, что эколого-географическое картографирование как метод пространственного анализа обеспечивает необходимый уровень информационной поддержки при разработке градостроительной документации. Использование экологической информации и её пространственной интерпретации с применением ГИС-технологий и методов позволяет в оперативном режиме поддерживать управленческие решения и способствует формированию обоснованных представлений о пространственной организации территории, совершенствованию методики комплексного территориального планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранникова Ю.А. Научно-методическое обеспечение эколого-географического картографирования в градостроительном проектировании: автореф. дис. ... к.г.н./Ю.А. Баранникова. – Москва, 2005.
2. Курбатова А.С. Экологическое картографирование в градостроительном проектировании / Курбатова А.С., Баранникова Ю.А., Комедчиков Н.Н. – Москва-Смоленск: НИИПИЭГ, Маджента, 2006.
3. Вильнер М.Я. Документы территориального планирования. Методологические основы разработки / М.Я Вильнер // Управление развитием территории – 2007. – № 2 / <http://www.gisa.ru/39500.html>
4. Андреева И.В. Территориальное планирование для целей туристско-рекреационного развития(региональный опыт) / И.В. Андреева, И.Н. Ротанова и др. // Туризм и рекреация на пути устойчивого развития (отечественные и зарубежные исследования): Монография. Под ред. В.И. Кружалина, А.Ю. Александровой. М.: Советский спорт, 2008. – с. 48-56.
5. Архипова И.В. Географический подход при разработке схем территориального планирования муниципальных образований / И.В. Архипова, И.Н. Ротанова // География – теория и практика: современные проблемы и перспективы: Материалы Всерос. научно-практ. конф. - Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2009. – с. 46-51.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПТЕЧНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. УФЫ)

А.Ф. Имангалин, Л.А. Ушакова
Географический факультет
Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова
Москва, Россия
E-mail: imangalin@gmail.com

COMPLEX ESTIMATION OF THE ARRANGEMENT OF OBJECTS OF THE CHEMIST'S NETWORK WITH USE OF GEOINFORMATION TECHNOLOGY (ON THE EXAMPLE OF UFA)

Imangalin A.F., Ushakova L.A.
Geographical Faculty
M.V.Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia
E-mail: imangalin@gmail.com

Abstract. The paper describes the methods of the integrated assessment of commercial objects location in terms of drugstores in a city. The technique of the data collection and processing is developed by example of Ufa city using GIS approach. Analysis of the drugstore net objects location is based on the following criteria: population density, dependence on traffic rate and bus stops presence, the rate of competition.

В данной работе описаны методы комплексной оценки расположения коммерческого объекта на примере аптек в крупном городе. Разработаны методики сбора и анализа данных на примере г. Уфы с использованием геоинформационных технологий. При анализе расположения объектов аптечной сети учтены следующие факторы: плотность населения, объем и влияние транспортных потоков, влияние остановок общественного транспорта, уровень конкуренции.

Анализ рынка, выбор местоположения, продвижение товаров, продажа, доставка, управление торговыми точками связаны с географическим расположением. Технология географических информационных систем (ГИС) помогает аналитикам принимать решения по оптимизации эффективности этих бизнес процессов, позволяя интегрировать, отображать и моделировать пространственные взаимосвязи, используя географический подход и развитые методы пространственного анализа.

В связи с постоянным изменением городской инфраструктуры коммерческие объекты подвержены влиянию изменяющихся факторов, обусловленных их местоположением. Ранее они размещались стихийно, на основе интуитивно-понятийных принципов, но в настоящее время, с развитием города и изменением конкурентной среды, создаются различные модели для принятия решений при размещении объектов коммерческой недвижимости. Широко известны модели, созданные с помощью математических и экономико-математических методов. С развитием рыночной экономики актуальность определения размещения коммерческих объектов резко возросла. В настоящее время появились комбинированные методы, в которых учитывается взаиморасположение будущего объекта и других элементов инфраструктуры города. Местоположение - главный фактор, лежащий в основе решения стратегических и тактических задач торгового предприятия.

Комплексный анализ местоположения объектов аптечной сети проводится на основе многих факторов, обуславливающих количество потенциальных клиентов в торговой зоне, число транзитных клиентов, уровень конкуренции и т.д. Из множества факторов для анализа местоположения было решено выбрать наиболее значимые: плотность населения, объем и влияние транспортных потоков, влияние остановок общественного транспорта, уровень конкуренции.

От плотности населения напрямую зависит число потенциальных клиентов, которые живут в зоне влияния коммерческого объекта. Различия могут возникнуть только в том случае, если будет учтена информация о составе населения по районам, но в данной работе она не была проанализирована. Данная статистика имеет районную привязку, которая в масштабах данного исследования не имеет большого значения. Для более глубокого анализа торговой зоны объекта в различных компаниях применяют методы социальных опросов, благодаря чему определяются доля целевой группы в численности населения, на которую будет ориентирован будущий объект, определяется также социальный портрет среднестатистического человека в определенном районе и другие параметры. Далее полученные данные о

численности клиентов анализируется в зависимости расстояния до объекта торговой недвижимости, так как для анализа емкости рынка необходимо узнать, число клиентов пользующихся услугами коммерческого объекта. На основе данных о частоте посещаемости клиентов из различных торговых зоны и количестве населения в этих зонах определяется один из главных параметров при анализе местоположения – число потенциальных посещений данного объекта [Бредюк, 2008, Перекрест, 2006].

Объем и влияние транспортных потоков является одним из дополнительных факторов обуславливающих число потенциальных транзитных клиентов. При анализе публикаций по оценке местоположений было выявлено, что в среднем в одной проезжающей машине в среднем условно находится 1,75 человек [www.espag.ru], а минимальное число транзитных покупателей составляет 20% [www.retail-tech.ru]. Число транзитных покупателей в свою очередь сильно зависит от визуальной доступности, в которую входят такие параметры, как размер вывески магазина, наличие различных визуальных преград, наличие парковки и удобство подъезда.

Остановки общественного транспорта являются еще одним положительным фактором при размещении коммерческих объектов социальной инфраструктуры. Они обеспечивают не только дополнительное количество транзитных клиентов и увеличение зоны влияния торгового объекта, но и являются местом массового скопления людей. Этот аспект очень положительно влияет на доход коммерческого объекта, так как в структуре покупок потенциальных клиентов есть спонтанные, незапланированные покупки. Доля таких спонтанных покупок в супермаркетах может достигать более 30%, и она зависит от «проходимости» места, которая напрямую зависит от близости мест массового скопления людей.

Уровень конкуренции является одним из основополагающих факторов при анализе местоположения объекта. Если все вышеописанные факторы могут быть положительны, а уровень конкуренции слишком высокий, то объект коммерческой недвижимости может развиваться плохо или быть нерентабельным. Уровень конкуренции зависит от обеспеченности территории коммерческими объектами одной специализации, которые обслуживают определенную целевую аудиторию.

Анализ пространственного распределения численности населения в г.Уфе. Плотность и размещение населения является одним из главных положительных факторов при оценке расположений коммерческого объекта, так как непосредственно человек является конечным потребителем товаров и услуг. В связи с тем, что данные по населению каждого дома не публикуются, было решено собрать эти данные преимущественно камеральными методами или получить их в межведомственных учреждениях. При просмотре данных, полученных из учреждений, обнаружилось, что база не полная и содержит информацию о численности населения около 70% от всех жилых строений. На изучаемой территории расположено около 23 тысяч жилых домов, полевое обследование территории трудновыполнимо в связи с ограничением временных и человеческих ресурсов, поэтому была разработана сложная комбинированная методика по определению числа жителей в каждом доме. Она заключается в том, что первым этапом проводится классификация домов по общепринятым типам застроек, а затем вторым этапом вычисляется количество квартир в домах полученных классов.

Таблица 1. Характеристики районов на 2010 год

Название	Число жителей	Число жителей в одной квартире
Кировский	128214	1,88
Советский	166105	2,47
Октябрьский	229944	2,61
Калининский	196798	2,84
Орджоникидзевский	181349	2,80
Демский	53254	2,48
Ленинский	74106	2,61

В результате удалось выявить, что среднее число жителей в квартире составляет 2,52, но Кировский район выделяется сильнее остальных, это связано с тем, что в нем расположено больше частных домов и строений, относящихся к первой группе типов застроек, чем в других районах (табл. 1).

Для оценки результатов методики было решено экстраполировать число квартир и население на дома с реальным числом жителей. В результате при выборке строений в 4659 объектов и общей численности населения в 757 тыс., средняя разница между существующим и смоделированным населением составила 4 человека при средней численности в доме 162 человека, максимально положительная ошибка 675, максимально отрицательная ошибка – 429 (рис.1)

Положительная разница между данными обусловлена тем, отдельные строения имеют высокий показатель численности населения, в то время как количество человек проживающих в доме в выделенной

группе формируется из среднего показателя группы, а группы формируются из параметров этажности и площади строения. Так, например, различные общежития и коммунальные дома входят в общие группы по вышеописанным параметрам, но реально в них проживает гораздо больше людей, однако число таких объектов мало. Большая отрицательная разница формируется в основном за счет новых построенных домов, население которых еще невелико, но в модели учтено его потенциальное население при данных параметрах.

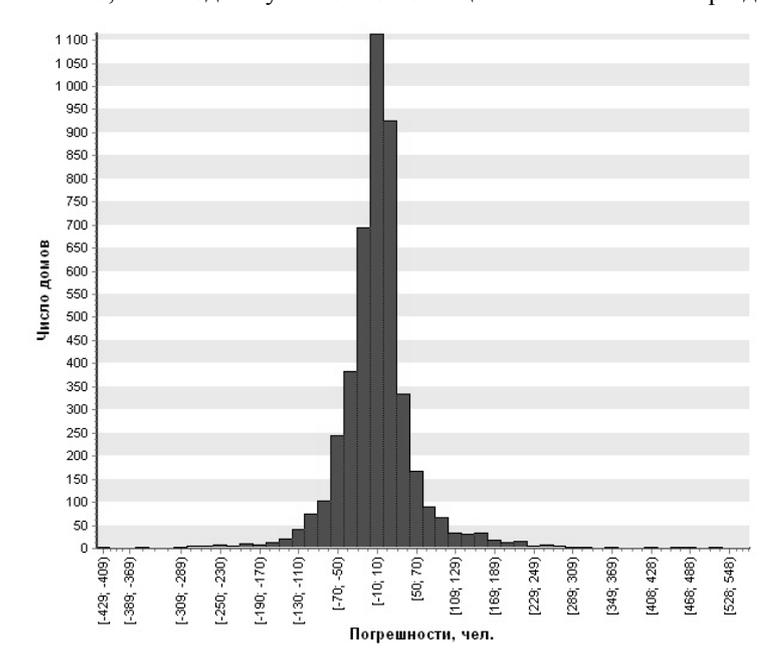


Рис.1. Распределение количества домов в зависимости от погрешности смоделированной численности населения

Для определения объема транспортного потока в исследуемом районе необходимо было создать модель территориального распределения транспортных потоков. Были проведены трудоемкие полевые исследования, которые разделялись на два этапа. Первый - включал в себя сбор исходных данных для моделирования, а второй – сбор данных для верификации созданной модели.

В связи с тем, что город имеет вытянутую форму, большинство перевозок осуществляется вдоль оси города. В данной работе было решено классифицировать автомобильные дороги на три группы: продольные, поперечные, внутриквартальные. У каждого из этих классов прослеживается определенный тип суточного цикла интенсивности транспортного потока, который зависит от многих социальных, экономических и других факторов [Бредюк, 2008].

Объем и зона влияния транспортных потоков и остановки общественного транспорта. Для создания модели территориального распределения транспортных потоков было решено провести подробные полевые исследования в городе. В результате анализа территории было решено создать 5 групп для полевых исследований, где каждой группе отводился определенный район или несколько районов в зависимости от транспортной обеспеченности территории.

Точечный слой объектов общественных остановок создавался в программной среде ArcGIS 9.3 в режиме редактирования с помощью интерактивного переноса данных с различных геопорталов. Атрибутивная таблица слоя содержит информацию о числе маршрутов, проходящих в этом месте. Для упрощения результатов дальнейшего моделирования было решено отобразить одним объектом группы остановок, находящиеся слишком близко или имеющие пересадочные функции (остановки трамвая и автобуса). Итоговая база данных содержит информацию о 330 остановках общественного транспорта.

Далее на основе полученных данных были составлены карты факторов влияющих на расположение объектов аптечной сети (рис.2) и оценки расположения объектов аптечной сети.

Анализ размещения объектов аптечной сети в г.Уфе.

При сравнении расположений существующих объектов аптечной и продуктовой сети на основе гистограммы распределения суммы нормированных факторов влияния (рис.3) можно сказать, что продуктовые магазины распределены более равномерно относительно факторов влияния, чем аптеки. Одним из главных факторов влияния для объектов продуктовой сети является численность населения в зоне обслуживания, в то время как для аптек он не является решающим. В основном продуктовые магазины размещены недалеко от автомобильных дорог, особенно супермаркеты, но достаточное значительное их количество расположено в жилых массивах, в то время как подавляющее большинство (82%) аптек

расположено вдоль транспортных путей на расстоянии около 50 метров. Это связано с тем, что торговая площадь у объектов аптечной сети небольшая (средней размер 100 м²) и их проще разместить.

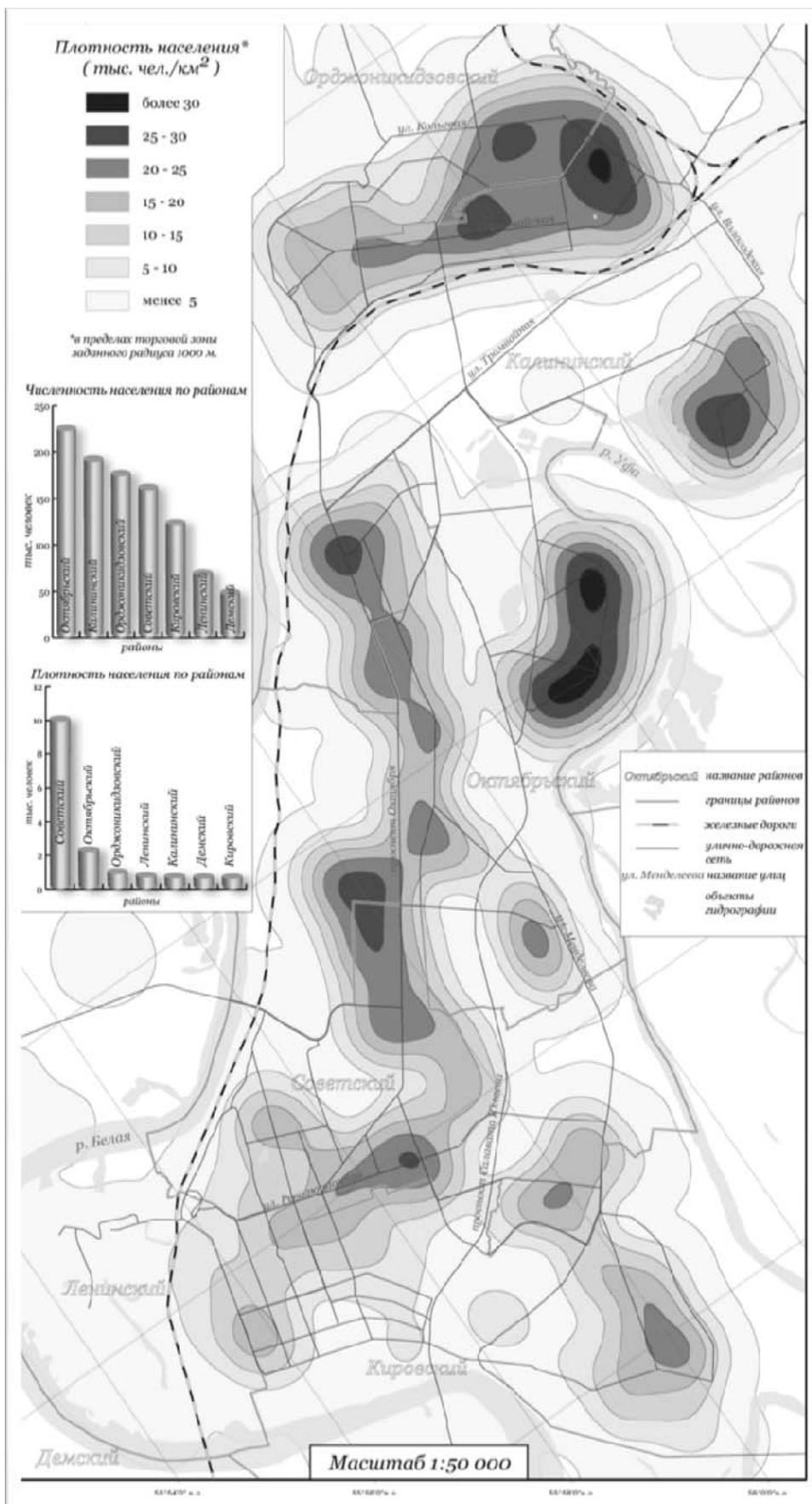


Рис.2 Плотность населения в торговой зоне

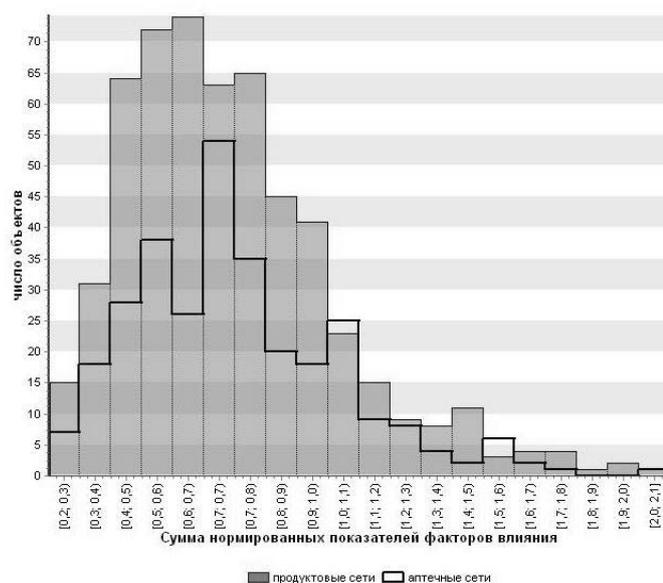


Рис.3 Распределение суммы нормированных показателей факторов влияния объектов продуктовой и аптечной сети

При анализе структуры потенциальных клиентов на основе влияние нормированных факторов (рис.4) у объектов аптечной сети преобладают транзитные клиенты, а у продуктовых магазинов комбинированные (транзитные и проживающие в зоне торговой зоны). В настоящее время активно развивается сотрудничество между этими объектами коммерческой недвижимости, которое выражается в предложениях супермаркетами субаренды своей арендуемой площади для аптек. При таком размещении появляется эффект синергии, увеличивающий торговую зону общего комплексного объекта и в связи с этим увеличивается число потенциальных клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бредюк К.Н. Геомаркетинг как инструмент решения задачи размещения и позиционирования точки продаж товаров, М., 2008
2. Перекрест В.В. Формирование политики размещения розничных точек на основе принципов пространственного поведения потребителей .- автореф. дисс. к.э.н., М.: 2006
3. Половцева Ф.П. «Коммерческая деятельность», М., 2001.
4. Струков Д.Р. Геомаркетинг ресурсных торговых зон // ArcReview .- 2007, №4
5. .www.espar.ru - сайт компании Экспар Аналитик
6. www.retail-tech.ru – технологический портал для магазинов
7. www.ufacity.info - официальный сайт администрации г. Уфы

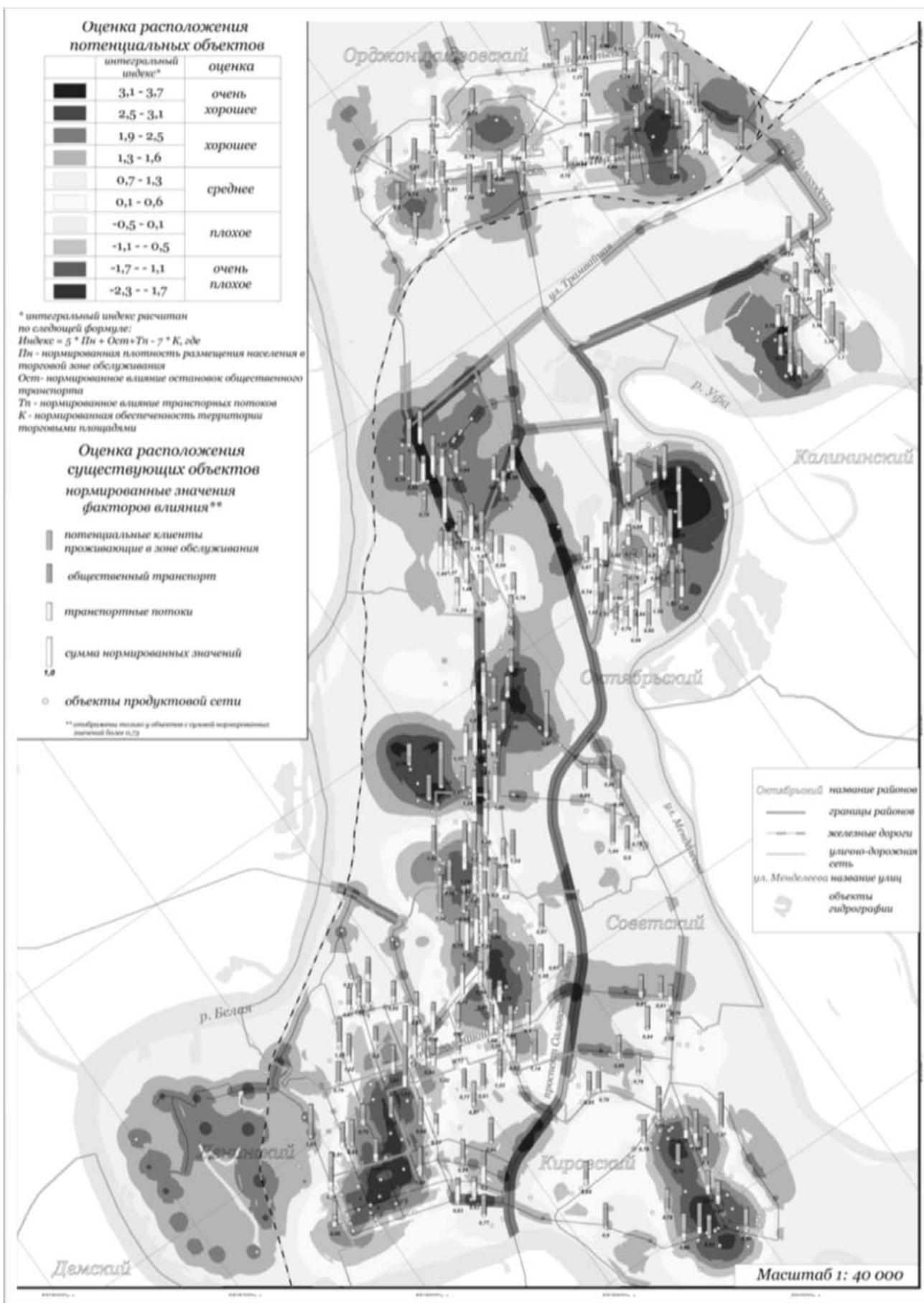


Рис.4 Оценка расположения объектов аптечной сети

ГИС НОВОСИБИРСКОГО АКАДЕМГОРОДКА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ¹

Зольников И.Д. (1,2), Добрецов Н.Н. (1), Лащинский Н.Н. (3), Глушкова Н.В. (1,2), Пчельников Д.В. (1),
Макунина Н.И. (3), Соколов К.С. (1), Лямина В.А. (1,2)

(1) Институт геологии и минералогии СО РАН, zol@igm.nsc.ru

(2) Новосибирский государственный университет

(3) Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, nnl630090@gmail.com

Новосибирск, Россия

GIS NOVOSIBIRSK ACADEMGORODOK FOR PLANNING DEVELOPMENT AREA

Zolnikov I.D. (1,2), Dobrezov N.N. (1), Lashinsky N.N.(3), Glushkov N.V.(1,2), Pchelnykov D.V.(1), Makunina
N.I.(3), Sokolov K.S.(1), Lyamina V.A.(1,2)

(1) Institute of geology and mineralogy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, zol@igm.nsc.ru;

(2) Novosibirsk state university

(3) The central Siberian botanical garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science,

nnl630090@gmail.com

Novosibirsk, Russia

Abstract. A proposed a comprehensive geo-information technology for simulating complex natural and human systems, based on the method of allocation of heterogeneous environmental systems, allows not only to map, but also to estimate the contribution of different types of natural and anthropogenic objects (relatively of their percentage) in NTC. A developed thecnology is the instrument for monitoring and forecast modeling of spatial structure of natural and man-made ecosystems.

Предлагаемая комплексная технология геоинформационного моделирования сложных природно-антропогенных систем разработана на основе технологии выделения гетерогенных природно-территориальных комплексов, которая позволяет не только картографировать, но и оценивать вклад различных типов природных и антропогенных объектов (в зависимости от их процентного соотношения) в ПТК. Разработанная технология является инструментом мониторинга и прогнозного моделирования пространственной структуры природно-антропогенных экосистем.

На территорию Новосибирского Академгородка создана база геоданных. В качестве подложки выбраны снимки высокого разрешения Quickbird и детальные топографические материалы масштаба 1 : 10 000. Для разрешения противоречия между требованиями секретности и требованиями детальности исследований была произведена перекодировка геоданных на снимок среднего разрешения Landsat, что позволило получить искажение абсолютной геопривязки тематических слоев с сохранением относительных пропорций и расстояний внутри выбранного участка исследований. На основе подготовленного раstra проведена векторизация ряда объектов. В их числе: 1) транспортные коммуникации; 2) строения; 3) гидрография; 4) улицы и основные транспортные магистрали; 5) растительность; 6) зонирование территории по функциональному значению; 7) изолинии высот. В результате получен набор тематических слоев (как векторных, так и растровых), составляющих географическую основу ГИС.

На следующем этапе объекты базы геоданных были дополнены атрибутивной информацией. По космическим снимкам был оцифрован слой полигональной гидрографии и заполнена атрибутивная информация абсолютной высоты. На основе оцифрованных изолиний (полученных по схеме масштаба 1:10000) была построена цифровая модель рельефа (ЦМР) Академгородка и прилегающей территории. Созданная географическая основа для ЭКОГИС АКАДЕМГОРОДКА далее передавалась тематическим специалистам: геологам, почвоведом, ботаникам, зоологам в виде тематических векторных и растровых слоев для программных пакетов ARCVIEW и ARCGIS. Для хранения географических данных и работы с ними используется файловая база геоданных ArcGIS 9.3. Этот формат имеет ряд преимуществ по сравнению с персональной базой геоданных и шейп-файлами.

В случае если тематические специалисты работают с ArcGIS более ранних версий или с другими ГИС – возможен экспорт из базы геоданных практически в любой ГИС-формат. Актуальные данные располагаются на сервере в виде WMS (Web Map Services) и доступны как для просмотра в браузере, так и для добавления слоев в карту любой ГИС, которая умеет работать с WMS-слоями. Доступ к этим данным осуществляется в соответствии с правами доступа. Это могут быть как общедоступные, так и данные защищенные паролем (например, данные о гнездовьях птиц, публичный доступ к которым не желателен — получив данные, люди могут пойти посмотреть на гнездовья и напугать птиц своим присутствием).

¹ Исследование проводилось в рамках интеграционного проекта СО РАН № 10 «Динамика экосистем Академгородка: мониторинг и разработка рекомендаций по рациональному использованию»

Для демонстрационных целей возможно создание электронной карты в виде исполняемого файла, состоящего из программной оболочки (просмотровщика) и собственно электронной карты. С такой электронной картой можно работать на компьютерах под управлением Windows или на мобильных устройствах под управлением Windows Mobile и Apple iOS. При этом данные защищены от несанкционированного распространения. Доступ пользователей к пространственной информации также может регулироваться установкой пароля и ограничением времени использования карты. Получившийся файл можно пересылать по электронной почте, добавлять в презентации, выкладывать на сайт для скачивания, распространять на CD и других электронных носителях. Для использования такой электронной карты не требуется какого-либо дополнительного программного обеспечения или специальных навыков ГИС-специалиста.

Кроме того, на территорию Новосибирского Академгородка разработан ГИС-атлас, доступный через интернет по протоколу WMS. Для полноценного описания территории недостаточно просто создания картографических материалов. Ко всем созданным данным необходимо заполнить соответствующие метаданные (например, авторство, права доступа, дата создания, доступные носители и пр.) [Концепция создания..., 2006]. Кроме того необходимо создание некартографических материалов, также описывающих эту территорию. В рамках работы по проекту проводится апробация созданного профиля метаданных, позволяющего описать сущность ГИС-атласа. Профиль, использованный при создании ГИС-атласа Академгородка, в дальнейшем может быть использован для создания ГИС-атласа любой другой территории. ГИС-атлас предполагает три уровня иерархии: слой, карта и непосредственно атлас. Между картографическими сущностями возможны множественные связи: так карта может содержать несколько слоев, а один слой может входить в состав нескольких карт; атлас содержит несколько карт, а одна карта может входить в состав нескольких атласов. ГИС-атлас содержит не только слои, карты и др. картографические материалы, но и некартографические материалы: различные статьи, приложения и др., для которых, также как и для картографических материалов должны быть описаны метаданные. Реализация передачи метаданных в сети Интернет для проекта ГИС-атлас Новосибирского Академгородка, а также поиск этим метаданным, осуществляется при помощи протокола Catalogue Service Web (CSW). Однако благодаря тому, что используемый профиль метаданных основан на стандарте ISO:19115, данные подготовленного ГИС-атласа могут быть использованы и в других проектах, как построенных по той же технологии, так и по любой другой системе, которая имеет механизм работы с метаданными поддерживающей стандарт ISO:19115 (например, российский портал «ГеоМета»).

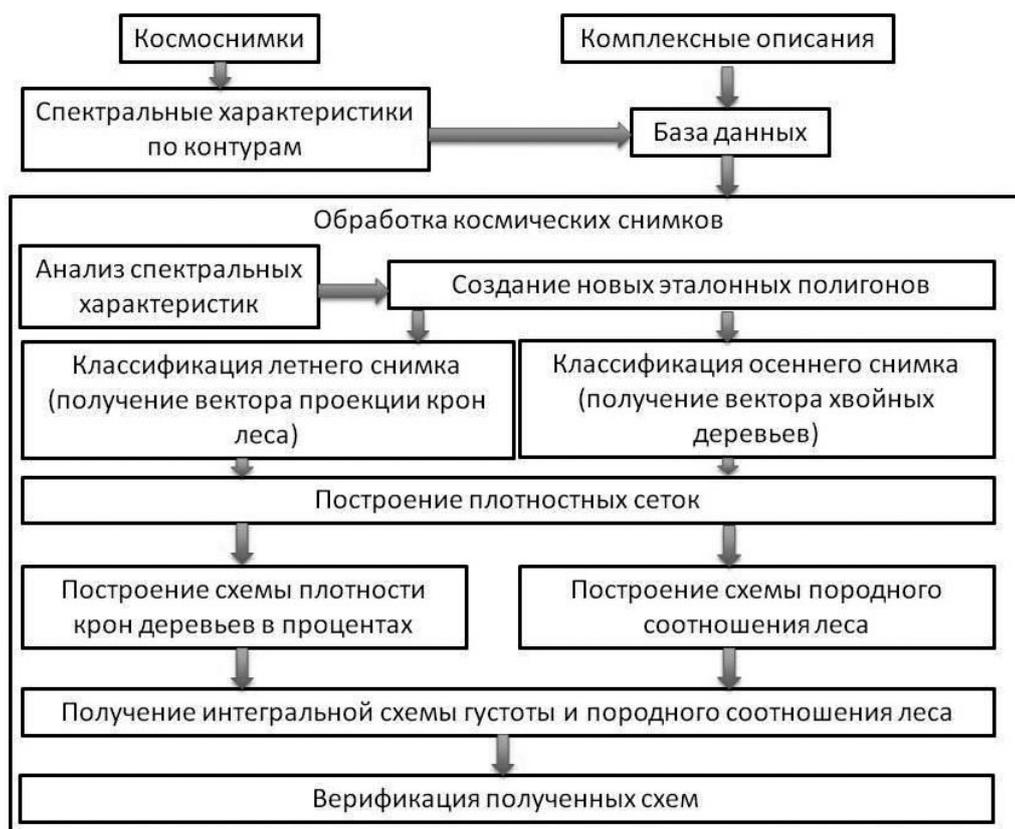


Рис. 1. Технологическая схема построения схем густоты и породного соотношения леса

Для Новосибирского Академгородка подготовлены и доступны по протоколу WMS в сети Интернет: почвенные карты, карты состояния лесов, ряд зоологических и экологических карт, а также целый ряд слоев

описывающих территориальное деление и инфраструктуру Академгородка. Для всех этих ресурсов подготовлены метаданные, которые регламентируют доступ к данным, а также осуществляют полноценный поиск по ресурсам. Помимо инструментов работы с метаданными, для проекта ГИС-атлас Новосибирского Академгородка использован и дополнительный инструментарий. Значимым инструментом является web-приложение для создания картографических наборов WMS-слоев (приложение WMSMash), разработанный в ИГМ СО РАН. Основной функцией приложения является объединение WMS-слоев в наборы и предоставление их в качестве виртуальных WMS-серверов. Кроме неё, важной функцией системы управления WMS-ресурсами является склейка WMS-слоев (их графических изображений и атрибутивных данных), полученных системой одновременно с разных серверов-источников.

Следующим этапом в разработке программного обеспечения по проекту Академгородок будет интеграция с различными каталогами РАН (например, с ГИС порталом, разработанным ИВМ СО РАН), на основе протоколов передачи метаданных через сеть Интернет (например, CSW).

Картографирование природных объектов

Была разработана технология автоматической классификации снимка высокого разрешения для оценки плотности леса и количественного соотношения хвойных и лиственных пород деревьев. Технология состоит в проведении классификации космического снимка, конвертации результатов классификации в векторный формат и последующем построении плотностных сеток (рисунок 1).

Рассмотрим разработанную технологию картографирования на примере изучения лесной растительности Центрального Сибирского Ботанического сада СО РАН [2]. При картографировании лесного покрова Академгородка использовался анализ и сопоставление двух космических снимков высокого разрешения QuickBird: позднеосеннего и летнего. Осенний снимок использовался для выделения хвойных деревьев, поскольку виды лиственных деревьев уже сбросили листву, а хвойные так и остались зелеными. При проведении классификации с обучением на осеннем снимке были выделены площади распространения хвойного леса, на летнем – кроны всего леса (представленные как кронами лиственных, так и хвойных деревьев). Полученные классы конвертировались в векторный слой. Для того чтобы разделить вектор кроны всего леса на лиственные и хвойные, проводилась оверлейная операция. Для этого векторный слой хвойных пород деревьев, полученный на основе осеннего снимка, наложили на векторный слой всего леса летнего снимка. В итоге были получены три типа объектов: кроны хвойных деревьев, кроны лиственных деревьев и открытые пространства. Затем были построены серии плотностных схем (с шагом сетки 2,5м и радиусом окна 50м), отражающие проекции кроны летнего леса, леса по соотношению хвойных и лиственных пород.

Анализ векторных слоев показал, что большая часть лесов ботанического сада характеризуется средней сомкнутостью, что подтверждается полевыми исследованиями. При анализе породного состава лесов выяснилось, что разные сочетания пород занимают различные площади. Так, например, сомкнутые хвойные и лиственно-хвойные леса на изученной территории отсутствуют. Здесь же отметим, что сомкнутые хвойно-лиственные и лиственные леса в сумме не превосходят 0,9% площади территории. На территории ботанического сада преобладают лиственные леса средней сомкнутости (68,7%), на долю хвойно-лиственных лесов средней сомкнутости приходится 9,4% территории, разреженных лиственных — 9%.

Аналогичный подход был использован для картографирования других лесных участков территории Академгородка и его ближайшего окружения.

Моделирование природно-антропогенных территориальных комплексов

Для анализа мозаичных природно-антропогенных экосистем Академгородка и его ближайшего окружения использована комплексная технология геоинформационного моделирования сложных природно-антропогенных систем, которая разработана на основе технологии выделения гетерогенных природно-территориальных комплексов (ПТК) [Зольников и др., 2010]. При создании базы геоданных были выделены основные природные (леса) и антропогенные (застройка, автомобильные и железные дороги, тропинки и т. п.) составляющие ПТК Академгородка. Антропогенные объекты расклассифицированы по степени воздействия на окружающую среду [База нормативной документации]. Природные объекты получены в результате классификации космических снимков высокого разрешения. На следующем этапе строятся плотностные схемы для каждого типа элементарного ПТК. Шаг сетки в каждом конкретном случае определяется пространственным разрешением обрабатываемого космического снимка, а радиус скользящего окна подбирается эмпирически в соответствии с функциональным масштабом карты. Были приняты следующие коэффициенты воздействия дорог и зданий на окружающую среду:

1 – тропинки, велосипедные дорожки (IV класс); здания с этажностью от 1 до 3 (количество зданий – 7913); зона воздействия категории – 10м;

2 – дороги с интенсивностью менее 2000 ед/сутки (III класс); здания с этажностью от 4 до 8 (количество зданий – 289); зона воздействия категории – 50м;

3 – дороги с интенсивностью более 2000 ед/сутки (II класс); здания с этажностью от 9 до 16 (количество зданий – 114); зона воздействия категории – 120м;

4 – дороги федерального значения (I класс); зона воздействия категории – 250м.

Для отображения схем рабочего масштаба 1:25000 целесообразно строить плотностные сетки с радиусом 100м. Для создания более генерализованных схем можно использовать радиус 250 метров. Шаг

сетки везде равен пространственному разрешению снимка QuickBird и составляет 2,4м. Полученный полигональный векторный слой был конвертирован в точечный, по которому были построены 2 плотностные схемы с коэффициентами категории влияния (от 1 до 4) и с коэффициентами зоны воздействия

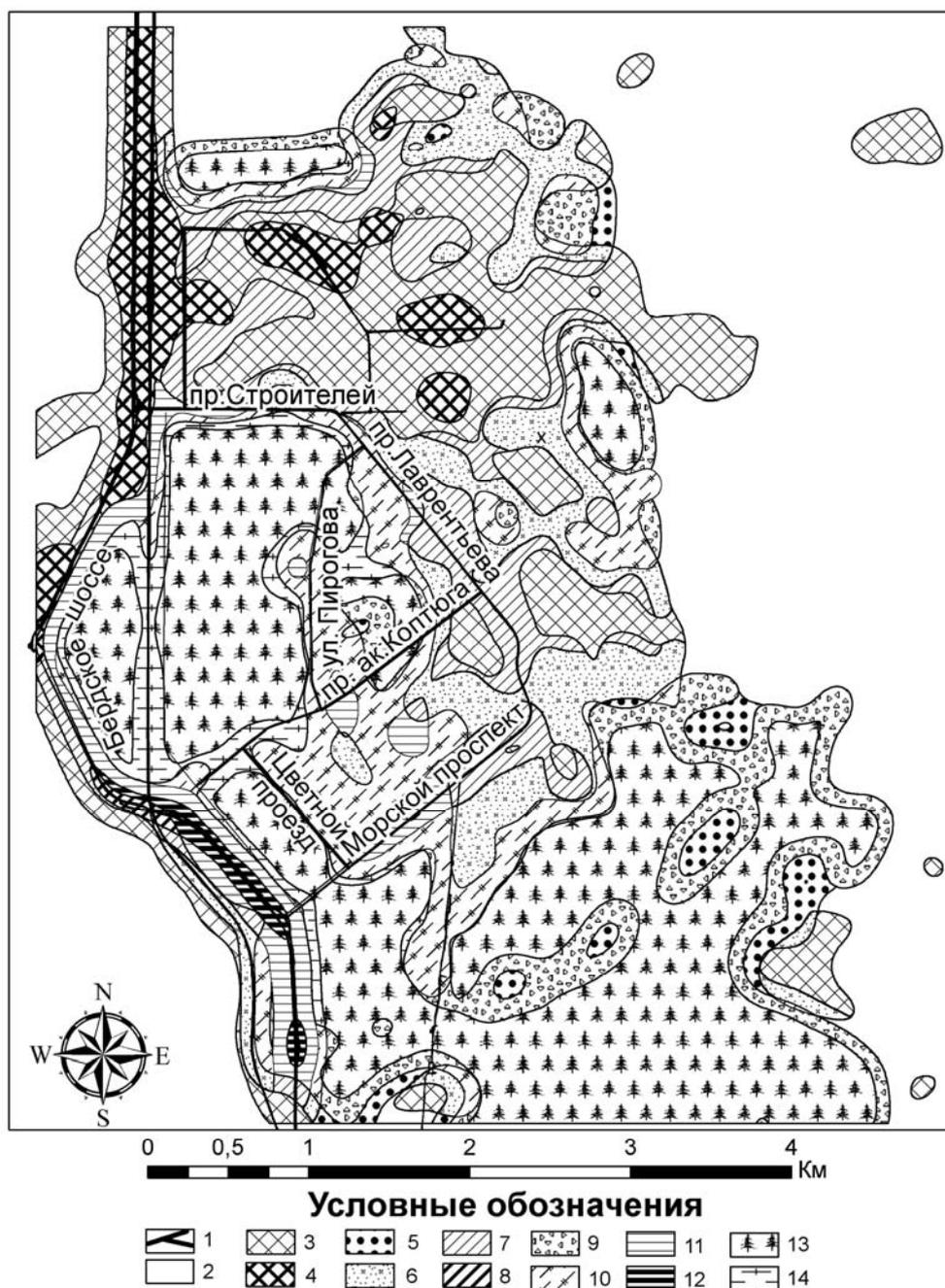


Рис. 2. Интегральная схема древесной растительности и техногенной застройки. Условные обозначения: 1 – дороги, 2 – пустыри, 3 – отдельно стоящие деревья со слабым и средним техногенным воздействием, 4 – отдельные деревья с сильным техногенным воздействием, 5 – разреженный лес без техногенного воздействия, 6 – разреженный лес со слабым техногенным воздействием, 7 – разреженный лес со средним и слабым техногенным воздействием, 8 – разреженный лес с сильным техногенным воздействием, 9 – нормальный лес без техногенного воздействия, 10 – нормальный лес со слабым техногенным воздействием, 11 – нормальный и густой лес со средним техногенным воздействием, 12 – нормальный и густой лес с сильным техногенным воздействием, 13 – густой лес без техногенного воздействия, 14 – густой лес со слабым техногенным воздействием

(от 10 до 250). После сравнения плотностных сеток было решено использовать сетку техногенной нагрузки с коэффициентом зоны воздействия (от 10 до 250м). Затем она была нормирована на значение, равное 100% заполнению скользящего окна объектами с коэффициентом воздействия 100м. В физическом смысле такое плотностное значение соответствует территории, которая полностью занята дорогами и зданиями третьей

категории. Также была построена сетка по вектору растительности с радиусом 100м и нормирована на максимальное значение, т.е. на значение, соответствующее 100% заполнению скользящего окна лесной растительностью. Полученные сетки были классифицированы методом Natural Brakes (Jenks), в результате чего в их пределах были выделены статистические обусловленные зоны, контрастные по типовым значениям. Древесная растительность и техногенная нагрузка были разделены на 4 группы. По степени техногенного воздействия выделены группы с отсутствием техногенной нагрузки, со слабой нагрузкой, со средней нагрузкой и с сильной техногенной нагрузкой. Древесная растительность была разделена на отдельно стоящие деревья, разреженный лес, нормальный лес и густой лес. На следующем шаге полученные сетки конвертировались в вектор и проводились оверлейные операции по совмещению техногенной застройки и древесной растительности. Поскольку класс редкой растительности и средней техногенной нагрузкой занимает небольшую площадь, то он был объединен с классом редкой растительности и слабой техногенной нагрузкой. Так же классы густого леса с сильной и средней техногенной нагрузкой были объединены соответственно с классами нормального леса с сильной и средней техногенной нагрузкой. На рисунке 2 представлена интегральная схема растительности и застройки, а в таблице 1 приведены процентное содержание различных комбинаций. В итоге установлено, что наибольшие площади занимают участки слабого техногенного воздействия с разреженным лесом (9,6%) и с нормальным лесом (9,7%), а также участки среднего техногенного воздействия с отдельно стоящими деревьями (около 10,5%) и разреженным лесом (8,2%). Участки с сильным техногенным воздействием составляют 6,5%. Это свидетельствует о том, что верхняя зона Академгородка сохраняет свойства экополиса.

Созданная база данных и ГИС-атлас Новосибирского Академгородка является основой для дальнейшего мониторинга и моделирования природно-антропогенных экосистем территории. Это позволяет специалистам различного профиля получить доступ через интернет к различным тематическим данным. Предлагаемая комплексная технология моделирования гетерогенных ландшафтов позволяет не только картографировать их, но и количественно оценивать степень влияния антропогенных систем на природную среду. Кроме того, созданная база позволяет проводить ретроспективное и прогнозное моделирование природно-антропогенной системы, а также является основой для дальнейшего мониторинга и планирования развития территории.

Таблица 1. Природно-территориальные комплексы, выделенные в зависимости от соотношения площади распространения техногенной застройки и древесной растительности (в процентах) для сетки радиусом 250 м

Типы лесных сообществ \ Техногенное воздействие	Нет	Слабое	Среднее	Сильное
Отдельно стоящие деревья	0,15	6,32	10,49	4,23
Разреженный лес	4,94	9,61	8,21	1,49
Нормальный лес	7,61	9,77	2,98	0,72
Густой лес	28,81	3,73	0,82	0,11

ЛИТЕРАТУРА

1. База нормативной документации: www.complexdoc.ru. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства // Электронный ресурс.
2. Глушкова Н.В., Зольников И.Д., Лямина В.А., Макунина Н.И., Мальцева Т.В. Картографирование лесных массивов Центрального сибирского ботанического сада // Вестник НГУ. - 2010. - Том 8, №3. - С. 83-91
3. Зольников И.Д., Лямина В.А., Королук А.Ю. Комплексная технология картографирования и мониторинга гетерогенных ландшафтов // География и природные ресурсы. 2010. №2. С. 126–131.
4. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации // Геодезия и картография. М.: 2006. № 10. С. 1-6.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС В ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А.
Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА)
Новосибирск, Россия
E-mail: onixx76@mail.ru

EXPERIENCE OF APPLICATION GIS IN EKOLOGO-HYGIENIC MAPPING OF ENVIRONMENT OF INDUSTRIAL CENTRE

Nikolaeva O.N., Romashova L.A., Volkova O.A.
Siberian State Geodetic Academy (SSGA)
Novosibirsk, Russia
E-mail: onixx76@mail.ru

Abstract. The problem of making ecological maps series of Novosibirsk territory is considered. The prospects for future practical use of the work results are shown.

В настоящее время геоинформационные технологии являются значимой частью любых картографических исследований, так как они позволяют визуализировать и анализировать обширные массивы разнородной информации. Применение ГИС в эколого-гигиеническом картографировании позволило значительно расширить круг решаемых аналитических задач за счет повышения эффективности и оперативности анализа и обработки данных об изменениях ландшафта, климата и прочих условий существования человека. Использование методов геоинформационного картографирования дало возможность вывести эколого-гигиенические исследования на новый уровень, на котором встает вопрос о создании эколого-гигиенической ГИС промышленного центра. Процесс создания такой ГИС включает в себя следующие этапы:

- 1) Сбор, систематизация и представление в цифровом виде накопленной информации об экологических факторах в пределах города и о воздействии этих факторов на здоровье населения.
- 2) Адаптация существующих способов картографического изображения и норм составления и оформления карт к ГИС-среде.
- 3) Разработка общей структуры эколого-гигиенической ГИС промышленного центра.
- 4) Интеграция разработанных методов моделирования и оценки эколого-гигиенического состояния территории в создаваемой ГИС.

В настоящее время лабораторией медико-экологического картографирования СГГА в полной мере реализованы первые 2 этапа создания эколого-гигиенической ГИС промышленного центра. В ходе многолетнего сотрудничества с Западно-Сибирским центром мониторинга окружающей среды, ГУФП «Березовгеология» и Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области, создана серия экологических карт на г. Новосибирск.

Основной методологический принцип при проектировании данной серии карт состоит в структурировании и распределении тематической информации в соответствии с характером загрязняемого природного компонента и типом загрязнения. Для визуализации пространственной локализации экологически опасных объектов и выявления взаимосвязей между ними применялись основные методы и приемы геоинформационного картографирования, позволившие сформировать базу экологических данных на территорию Новосибирска, обновлять ее, производить обработку и анализ данных. Логичность построения и внутреннее единство карт серии достигается за счет использования системного подхода к проектированию всей серии карт, согласования карт в отношении картографической основы, масштаба, компоновок, знаковых систем, принципов генерализации и оформления. Исходя из этого, разработанная серия складывается из следующих карт, выполненных на г. Новосибирск:

- «Общее загрязнение воздушного бассейна» (на карте охарактеризованы объем загрязняющих выбросов от стационарных источников и автомобильного транспорта, суммарный показатель состояния атмосферного воздуха на автомагистралях, районирование территории города по уровню пылевой нагрузки);
- «Загрязненность воздушного бассейна от стационарных источников» (на карте показаны площадки основных промышленных предприятий, класс опасности предприятий, объем и качественный состав загрязняющих выбросов от них);
- «Состояние водных объектов» (на карте показаны места и объем сброса сточных вод предприятиями Новосибирска, концентрация приоритетных загрязнителей и классы качества воды в городских реках);

- «Загрязнение почв» (на карте представлено зонирование территории города по уровню загрязнения почв тяжелыми металлами, также нанесены наиболее крупные геохимические техногенные аномалии, полигоны складирования бытовых и промышленных отходов);
- «Техногенные радиоэкологические факторы» (на карте показаны техногенные радиационные аномалии, участки техногенного радиационного загрязнения, источники ионизирующего излучения);
- «Природные радиоэкологические факторы» (на карте отображены зонирование территории города по уровню естественного гамма-фона, выявленные и предполагаемые зоны повышенного радоновыделения, различные тектонические объекты, обуславливающие повышенный уровень природного радиационного фона);
- «Электромагнитное и шумовое загрязнение» (на карте охарактеризовано шумовое загрязнение города от автотранспорта и авиации, показаны базовые станции сотовой связи, выделены зоны влияния электромагнитного излучения от радиочастот, телецентра и аэропортов);
- «Загрязнение снежного покрова» (карта дает комплексную характеристику загрязнения снежного покрова Новосибирска тяжелыми металлами);
- «Градостроительная ситуация и уровень экологического риска на территории» (на карте представлены жилые зоны с градацией по этажности застройки и их принадлежность к различным зонам экологического риска для здоровья населения).

Все экологические карты, входящие в серию, составлены в масштабе 1:32 000. Этот масштаб позволяет дать достаточно подробное и наглядное размещение экологически опасных объектов и явлений по городу. На рисунках 1 и 2 приведены фрагменты и легенды некоторых карт, входящих в серию.

Все карты серии составлялись в масштабе 1:32 000. Этот масштаб позволил дать достаточно подробное и наглядное размещение экологически опасных объектов и явлений по городу.

Все карты по своему содержанию получились весьма информативными, с достаточным набором показателей отображаемых на картах объектов и явлений, обеспечивающих последним в целом комплексную характеристику. На картах применялись как простые, так и комплексные показатели, позволяющие выполнить районирование территории по тем или иным признакам. Оформление карт обеспечивало гармоничность и цветовое разнообразие условных обозначений карт и их наглядность, легкую читаемость, доступность для понимания их потребителю.

Помимо создания серии экологических карт, каждая из которых являлась по сути своей аналитическим картографическим произведением, применение ГИС-технологий дало возможность создать на территорию Новосибирска ряд комплексных и интегральных экологических карт, наглядно отображающих результаты зонирования территории города по уровню экологического риска для здоровья местного населения.

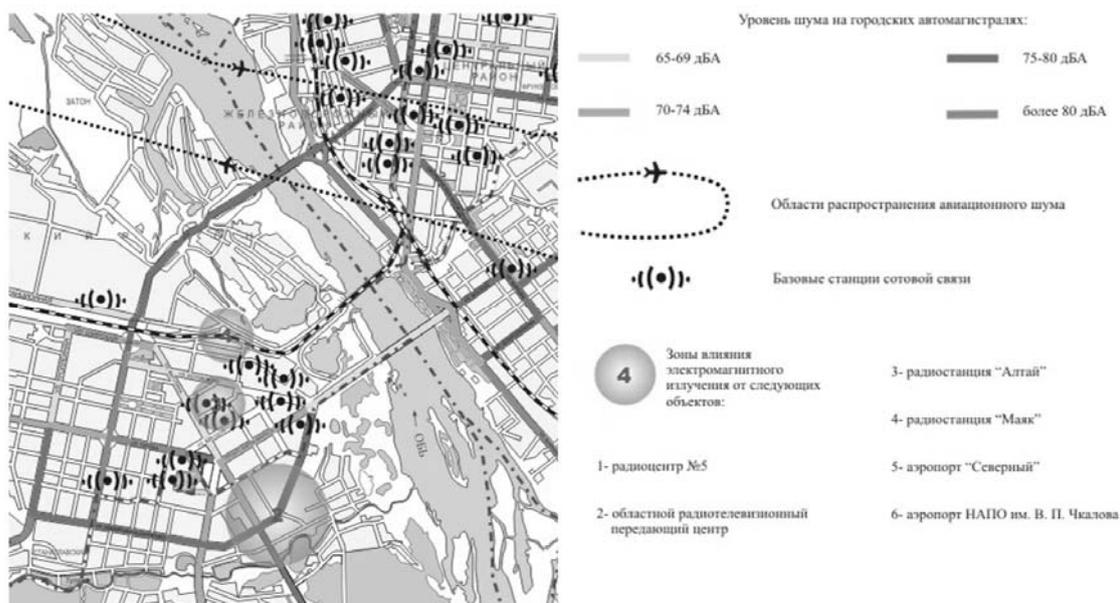


Рис. 1. Фрагмент и легенда карты «Электромагнитное загрязнение г. Новосибирска»

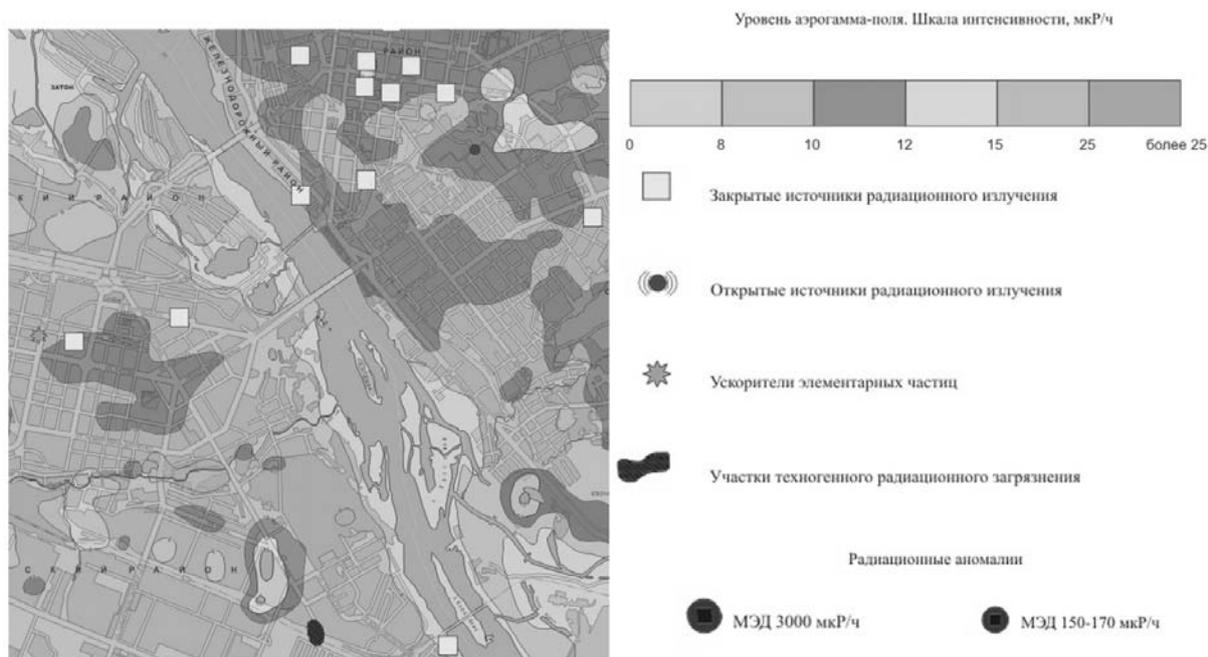


Рис. 2. Фрагмент и легенда карты «Радиационная обстановка в г. Новосибирске»

Для всех карт, перечисленных выше, было отработано тематическое содержание, разработаны легенды и системы условных обозначений, позволившие реализовать эти карты в ГИС MapInfo. Вышеописанные картографические произведения в комплексе образуют информационную базу для проектирования эколого-гигиенической ГИС на территорию Новосибирска.

Дальнейшее направление работ лаборатории будет заключаться в разработке структуры эколого-гигиенической ГИС Новосибирска, позволяющей оперативно и динамически решать проблемы эколого-гигиенического мониторинга и оценки окружающей среды с применением традиционно используемых математических моделей и методик оценки. Такая ГИС позволит оптимизировать работы по обеспечению экологической безопасности и устойчивого развития территории.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*В.А. Максимов**, *Я.Г. Пошивайло***, *И.П. Каретина****

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет*

****ТОО «Научно-производственный центр Грид»*

Усть-Каменогорск, Казахстан

***Сибирская государственная геодезическая академия*

Новосибирск, Россия

TECHNOLOGY OF RETROSPECTIVE MAPMAKING OF SOILS IN CITIES

*V.A.Maksimov**, *Y.G.Poshivailo***, *I.P. Karetina****

**Eastern Kazakhstan State Technical University*

**** "Scientifically-industrial Center Grid"*

Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

***Siberian State Academy of Geodesy*

Novosibirsk, Russia

Abstract. The soil map is based on the data of soil surveys and complex researches by method and techniques made by V.V. Dokuchaev and N.M. Sibirtsev. The result map will reflect the current state of soils in the city, these soils are significantly modified by human activities. The remote sensing facilitated the process of soil mapmaking but the technology of soil mapmaking is still far from perfect. The authors propose the method of the

reconstruction of soils in cities visualized with help of GIS in a form of map. The article describes all the stages of such a reconstruction. The analysis of the visualization is given.

Основой для составления почвенных карт служат почвенные съёмки, технология и методика которых были разработаны В. В. Докучаевым и Н. М. Сибирицевым. Почвенные съёмки включают полевые и камеральные исследования геоморфологических особенностей, физико-механического состава, химического содержания, воздушного, водного, термического режимов формирования почв, определение и нанесение границ почвенных контуров на карту с контролем этих границ на местности.

Полученная таким путем почвенная карта города будет отражать современное состояние почвенного покрова, т.е. преобразованную и трансформированную верхнюю часть культурного слоя.

Формирование культурного слоя происходит путем внесения в естественную почву посторонних материалов в результате хозяйственно-бытовой деятельности человека при строительстве и благоустройстве территории.

В состав культурного слоя городов обычно входят битый кирпич, камень, строительный мусор, различные предметы домашнего обихода, разрушенные фундаменты зданий, сооружений, погреба, колодцы, бревенчатые и дощатые настилы, булыжные и асфальтовые покрытия. Много в нем также различных гниющих органогенных включений.

Таким образом, естественный почвенный покров на большей части городов уничтожен или кардинально изменен. Поэтому современную почвенную карту города невозможно использовать, например, для кадастровой оценки, так как стоимость земель всех категорий при отводах для несельскохозяйственных целей в соответствии с действующим в Казахстане законодательством определяется по физическому (естественному) плодородию, т.е. по затратам на воспроизводство выбывающих из оборота сельскохозяйственных ресурсов. А для этого необходимо реконструировать почвенные карты территории городов до того как они были заселены, что возможно на основе анализа рельефа и других геологических условий смежных участков и исследуемой территории. Однако этот метод для воссоздания почвенной карты значительной территории практически трудноосуществим и, во всяком случае, не обеспечивает должного качества материала – плохо аппроксимирует ситуацию.

В последние годы все больше исследователей обращаются к проблеме методологии и технологии почвенного картографирования, отмечая, что для традиционной картографии почв характерна значительная субъективность и низкая производительность [Козлов, 2009; Савин, 2000; Дитц, Смоленцев].

Использование материалов дистанционных съемок сделало процесс картографирования почв более объективным и производительным. Однако технология создания почвенных карт с использованием дистанционных методов исследований, все еще далека от совершенства. А проблема практического решения задачи ретроспективного картографирования стоит на повестке дня.

Реконструкция почвенной карты прошлых времен может быть выполнена на основе предлагаемого ниже ретроспективного метода.

Возможность создания автоматизированных комплексов моделирования почвенных карт появилась в связи с распространением новых методов картографирования, основанных на применении геоинформационных технологий.

Целью создания такого комплекса является достижение более высокого уровня кадастровой оценки земель несельскохозяйственного назначения и прежде всего населенных пунктов.

При этом в комплексе должны решаться следующие задачи:

- автоматизация технологии ретроспективного воссоздания почвенной карты населенного пункта;
- создание унифицированной электронной базы данных информации о факторах почвообразования;
- автоматизация статистической обработки данных, необходимых для земельно-оценочного районирования.

Картографическое обеспечение автоматизированного комплекса может быть представлено двумя иерархическими уровнями: топографические и тематические исходные карты, характеризующие состояние земель по факторам почвообразования и карты, полученные на основании комплексного анализа исходной информации.

Обобщенная схема цифровой технологии воссоздания почвенной карты земель населенных пунктов представлена на рисунке 1.

Технология позволяет визуализировать результаты комплексного пространственного анализа в виде тематической почвенной карты.

Построенная с помощью методов многомерного статистического анализа модель формирования почв отражает совокупность и связь структурно-функциональных свойств почвообразования и состояние почвенного покрова территории в ретроспективе.

Создаваемая почвенная карта является результатом математико-картографического моделирования и относится к категории цепочкообразных моделей, в которых каждый новый элемент создается на основе результата реализации предыдущего элемента – элементарного звена. Такое конструирование многоступенчатой модели позволяет на каждом этапе корректировать набор показателей. Построение модели осуществляется в три этапа:

- этап анализа с помощью метода главных компонент (МГК) для получения сжатых факторов;
- этап проведения кластерного анализа сжатых факторов (главных компонент), полученных на первом этапе;
- анализ выделенных однородных групп (объектов) МГК для определения наиболее значимых характеристик операционно-территориальных единиц (ОТЕ) для каждого выделенного класса.

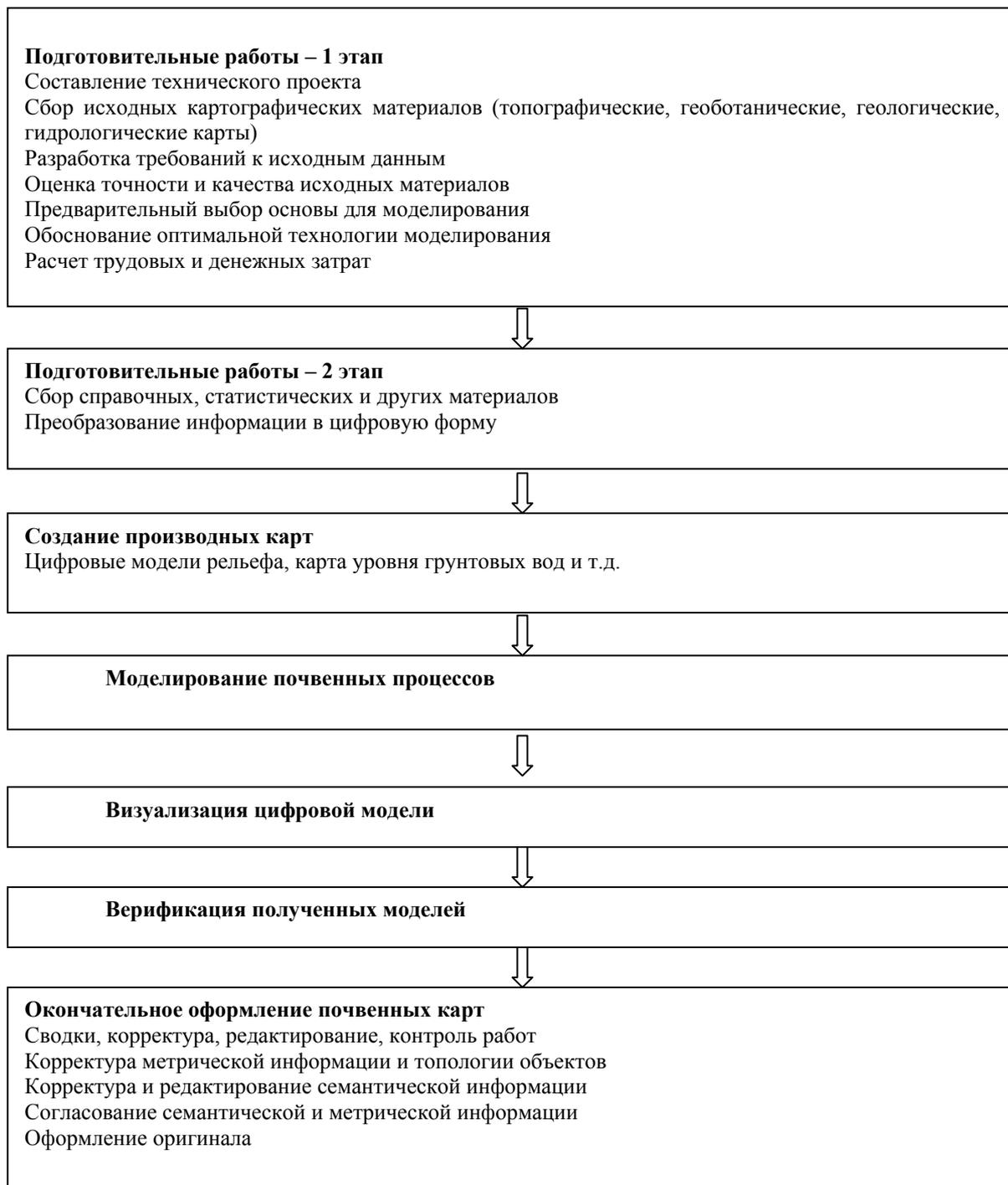


Рис. 1. Концептуальная схема общей цифровой технологии воссоздания почвенной карты земель населенных пунктов

Технологический процесс обработки является пошаговой процедурой. Сначала проводится анализ методом главных компонент, определяющим интегральные показатели, затем на их основе осуществляется

районирование, которое реализуется с помощью аппарата кластерного анализа, результаты интерпретируются. При проведении многокритериального районирования выделяются близкие по значениям природных свойств почв районы. На последнем этапе, с помощью метода главных компонент анализируются однородные группы ОТЕ для определения параметров, наиболее значимых для своей группы (класса).

В качестве объекта настоящего исследования выбрана территория города Усть-Каменогорска.

В результате моделирования почвообразовательных процессов на территории города были выделены четыре кластера (рисунок 2). Визуализация полученных результатов средствами ГИС была осуществлена благодаря тому, что образы, составляющие найденные классы – это «узловые точки» исследуемой территории, т.е. операционно-территориальные единицы.



Рис. 2. Тематическая карта с выделенными на ней классами типов и подтипов почв

На тематической карте первый класс отображен ярко-желтым цветом. Этот класс определяется как лугово-черноземные почвы.

Второй класс представлен в виде небольших участков, рассеянных в пространстве. Следует отметить, что границы данного класса совпадают с границами районов, выделенных в результате оценки геоморфологических условий территории города, которые определены как сложные и очень сложные. На рисунке класс показан светло-оранжевым цветом и диагностируется как горные черноземы.

Третий класс представлен целостным компактным образованием в пойме рек города. При наложении границ класса на границы районов, выделенных в результате оценки гидрогеологических условий города, границы совпадают. Данный класс на рисунке выделен оранжевым цветом – пойменные луговые темные почвы.

Четвертый класс занимает самую северную часть территории города, а также небольшую часть в виде анклава на юго-востоке. Границы класса совпадают с границами районов, выделенными в результате оценки геологических условий города. На рисунке класс изображен ярко-красным цветом – черноземы обыкновенные.

Анализ выделенных однородных групп ОТЕ методом главных компонент дал возможность установить наиболее значимые факторы почвообразования для каждого полученного класса.

На первую главную компоненту самого распространенного класса влияние почти всех факторов имеет очень высокое значение. На первую главную компоненту для трех остальных классов наибольшее влияние оказывает фактор «уклон местности». Поэтому этот фактор следует рассматривать как существенный для всех четырех классов территории города.

Во втором классе наибольшее влияние на вторую главную компоненту имеет фактор «влажность грунтов», в третьем классе – фактор «уровень залегания подземных вод», а в четвертом классе – «водопроницаемость».

Технология дает возможность определения показателей всех почвообразующих факторов на территории, содержит соответствующую базу данных и позволяет построить почвенную карту с полной картиной типов и подтипов почв.

Верификация полученной картографической модели может быть осуществлена путем сопоставления с почвенной картой, полученной другим методом, или с картой почвенно-географического районирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов Д.Н., Конюшкова М.В. Современное состояние и перспективы развития цифровой почвенной картографии // Почвоведение, 2009, № 6, С. 750-753.
2. Савин И.Ю., Овечкин С.В., Шерemet Б.В. Геоинформационное «картографирование» почв. Сб. Современные проблемы почвоведения. РАСХН, Москва, 2000. С.241-259.
3. Дитц Л.Ю., Смоленцев Б.А. Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск. Использование геоинформационных технологий при моделировании процессов рационального почвопользования. Сайт ГИС-Ассоциации // <http://www.gisa.ru/5738.html>.
4. Максимов В.А., Каретина И.П. Проблемы картографирования почвенного покрова населенных пунктов и использования почвенных карт // Материалы Международной конференции «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами». 3-7 сент. 2010 г. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, С.249-255.