

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КАДАСТРА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГИС

Г. И. Грицко, Е. Л. Счастливец, А. А. Быков,
Л. П. Баранник, В. И. Овденко, В. П. Потапов

Кемеровский научный центр СО РАН, Россия

e-mail: keafa@kemgu.kemerovo.su

The paper discusses the problems of working out a comprehensive regional cadastral survey of the Kemerovo region natural resources intended for providing local governmental and legislative bodies with reliable and understandable information about the state of natural resources, their potential, pollution of the environment in the short and long run. This system is an integral part of the regional information system and comprises systematized data for government use on natural resources and objects intended for the support of management decision making aimed at the sustainable development of the region.

Кемеровская область, несмотря на депрессивное состояние экономики, остается одним из самых промышленно развитых и урбанизированных регионов Сибири. Отсутствие отраслей с высокими технологиями и первоначальная ориентация на ресурсные отрасли экономики позволяют с уверенностью говорить, что преодоление экономического кризиса, переход к устойчивому развитию региона и возрождение Кузбасса может произойти только за счет разумной эксплуатации его природно-ресурсного потенциала. В этом случае актуальнейшим вопросом становится обеспечение неразрывности задач экономического развития и сохранения окружающей среды. Решение данной проблемы возможно только на основе научно обоснованной стратегии перехода Кемеровской области к устойчивому развитию. При этом необходимо определить не только качественные, но и (по отдельным показателям) количественные соотношения между экономически целесообразными и экологически допустимыми нагрузками на природные комплексы, дать пусть не вполне точные, но достаточные для сравнительного анализа априорные оценки экономических затрат на возмещение экологического ущерба и восстановление воспроизводимых природных ресурсов. Следует отметить, что принципы рыночной экономики не позволяют в полной мере регулировать и стимулировать экологически оправданное природопользование. Вызвать поворот рыночной системы в сторону экологически безопасного развития мож-

но только через государственное экономическое регулирование, основными принципами которого являются:

- плата за использование природных ресурсов;
- плата за загрязнение природной среды;
- система льгот и поощрений за экологически безопасное природопользование и производство.

Очевидно, что для решения перечисленных задач необходима соответствующая информационная база. Учитывая объемы информации и сложность эколого-экономических взаимосвязей в масштабе области, можно сказать, что информационная база должна представлять собой автоматизированный комплексный территориальный кадастр природных ресурсов. В настоящей работе излагаются основные принципы создания такого кадастра и некоторые аспекты его применения для решения задач управления территорией.

Система комплексного территориального кадастра природных ресурсов Кемеровской области (КТКПР) предназначена для обеспечения органов исполнительной власти и местного самоуправления достоверной информацией о состоянии природоресурсного потенциала и загрязнении природных сред на сегодня и в доступном для научно обоснованного прогноза будущем. КТКПР является частью территориальной информационной системы и представляет собой государственный свод системно организованных данных о природных ресурсах и природных объектах, необходимых для обеспечения принятия управленческих решений по организации устойчивого развития региона.

Информация КТКПР предназначена для решения задач управления в целях

- 1 — разработки стратегии устойчивого социально-экономического развития территорий и обеспечения экологических приоритетов этого развития;
- 2 — гармонизации природно-ресурсных отношений между городскими и окружающими сельскими территориями;
- 3 — выравнивания уровня социально-экономического развития районов в пределах территории Кемеровской области;
- 4 — определения стратегических направлений для государственных и частных инвестиций на территории Кемеровской области, гарантирующих рациональное использование ее природоресурсного потенциала.

Безусловно, список задач, для решения которых предназначена информация КТКПР, не ограничивается перечисленными. По мнению авторов, обозначенные выше задачи являются лишь приоритетными при адаптации концепции устойчивого развития для условий Кемеровской области.

КТКПР Кемеровской области создается на основе современных геоинформационных и телекоммуникационных технологий, что означает включение в него систем создания и поддержания цифровых кадастровых карт и планов, баз данных по учету природных ресурсов и загрязнения природных сред, а также технических и программных средств для работы в различных режимах удаленного доступа. Таким образом, КТКПР представляет собой распределенную информационную систему, в которой с ориентацией на конечного пользователя можно выделить три подсистемы: 1) информационно-справочная, 2) сопровождающая, 3) подсистема расширения.

Назначение информационно-справочной подсистемы — обеспечение структурных подразделений органов государственной власти необходимой информацией по объектам охраны природы и рационального использования природных ресурсов в интересующем их масштабе и с заданной детализацией, представляемой в виде документов установленной формы и средств наглядного представления информации (карт, схем, графиков и т. д.). На-

значение сопровождающей подсистемы — поддержание в актуальном состоянии баз графической и семантической информации, а также математического обеспечения для работы информационно-справочной подсистемы. Система должна функционировать в рамках региональной вычислительной сети на уровне двух первых подсистем. Подсистема расширения предназначена для организации пополнения баз графической и семантической информации принципиально новыми слоями и реквизитами, подключения новых математических моделей и организации интерфейса для автоматизированного обеспечения новых моделей данными из ранее созданных баз, исключая дублирование информации. Следует подчеркнуть, что подсистема расширения работает на первые две и является главным элементом обеспечения жизнеспособности столь крупной информационной системы как КТКПР при изменяющихся внешних условиях начиная с нормативно-законодательной базы и кончая уровнем программных и технических средств.

В дальнейшем пользователя информационной подсистемы будем именовать Пользователем, подсистемы сопровождения — Оператором, а подсистемы расширения — Администратором.

Две первых подсистемы функционируют под управлением сервера, обеспечивающего разграничение доступа к ресурсам системы между Пользователями и Оператором, работающими в сети. Подсистема расширения не имеет четких границ и в случае необходимости может дополняться Администратором любыми программными и техническими средствами, обеспечивающими выполнение требуемой расчетной функции, подключение новой информации и ее связь с уже существующей.

Информационно-справочная подсистема реализует следующие основные функции:

- работа с цифровыми картами, схемами и кадастровыми планами (просмотр, зуммирование, управление слоями, измерение геометрических характеристик);

- работа с семантическими базами данных (формирование запросов, поиск и получение отчетов);

- двусторонний обмен информацией между картографическими и семантическими данными;

- поиск семантической информации как в автономном режиме, так и с идентификацией объектов графической карты на экране монитора с возможностью последующего получения содержащейся в семантических базах информации о перечисленных объектах;

- запуск любой математической модели из представленного набора для расчета информации, являющейся зависимой по отношению к хранящейся в графических и семантических базах.

Сопровождающая подсистема должна реализовать все функции информационно-справочной подсистемы, но кроме них Оператору доступны следующие функции, приводящие к изменению информационных компонент системы:

- нанесение новых, корректировка и удаление старых надписей на картах (схемах);

- корректировка хранящейся в семантических базах информации, назначение и переназначение подмножества этой информации, необходимого для оперативного просмотра на фоне карты (схемы), а также изменение способов воспроизведения выделенного подмножества данных на экране;

- привязка идентификаторов к графическим объектам карт (схем) для обеспечения информационного обмена между графической и семантической базами данных;

- описание вида выдаваемых на экран диаграмм (столбчатых, круговых) и списка параметров, по которому эти диаграммы строятся;

- внесение в систему любой дополнительной справочной информации, полученной с по-

мощью сканера или созданной графическим или текстовым редактором. Это могут быть, например, изменившиеся естественным путем или в результате антропогенного воздействия границы природных объектов или нарушения природных сред, изолинии или местоположения точечных объектов, а также новые растровые или векторные графические образы, схемы, изменившиеся виды документов, текстовые сообщения и т. д.

Подсистема расширения является наименее регламентированной. Она должна обеспечивать решение принципиально новых задач, поставленных перед системой в целом, поэтому требования к ней во многом зависят от поставленной задачи. Обязательным априорным требованием является исключение дублирования информации и расчетных блоков.

В состав КТКПР на первом этапе входят автоматизированные базы кадастров, ряд которых уже разработан и проходит опытную эксплуатацию. Это базы

- земельных ресурсов;
- водных ресурсов;
- лесных ресурсов;
- геоботанических ресурсов;
- животного мира;
- месторождений полезных ископаемых;
- атмосферных загрязнений и охраны атмосферного воздуха;
- промышленных и бытовых отходов.

Структура типовой базы включает данные о качественной и количественной характеристике природного ресурса, ресурсопользователях, правовом статусе и экономической оценке природного ресурса. Доступ к базам и банкам данных осуществляется по сетям телекоммуникаций.

Учет природных ресурсов ведется по объектам и классификационным единицам, принятым для каждого вида природных ресурсов. По мере повышения уровня учета классификационные единицы учета укрупняются в соответствии с задачами территориального управления природопользованием и охраны окружающей среды [1].

Для оперативного анализа и систематизации первичной природно-ресурсной информации КТКПР целесообразно использование базовых географических информационных систем, которые позволяют сформировать соответствующие информационные структуры, взаимосвязанные с электронными картами, состоящими из нескольких слоев данных, организованных в виде специальных структур для их последующей обработки с помощью специальных программ в распределенном режиме. Современные ГИС (ARCVIEW 3.0, MapInfo Pro 4.0 и др.) полностью обеспечивают такие функциональные возможности и их нужно обязательно использовать при разработке КТКПР.

Более сложным вопросом является то, что имеющиеся базы данных по различным природным ресурсам разработаны на основе более ранних СУБД и, зачастую, без сетевых функций. В то же время они содержат большой объем информации, наделены специфическими функциями, привычны в эксплуатации для работников того или иного ресурсного ведомства и имеют соответствующие сертификационные документы. Однако в настоящее время большинство широко распространенных ранее и успешно конкурирующих СУБД (FOXPRO, PARADOX и т. д.) воплощаются в новые версии, обеспечивающие работу старых баз под современными операционными системами по схеме клиент — сервер. И, как правило, для обеспечения работоспособности таких баз требуются незначительные доработки и модификации.

В составе КТКПР, по крайней мере на первом этапе, практически неизбежным представляется совместная работа баз, разработанных на основе различных СУБД в различных

форматах хранения данных. При этом необходимы разработка и применение системы обмена данными на основе эффективных программ конвертации, например, через форматы Xbase. Рекомендация о том, что базы должны иметь либо формат DBF, либо возможность обмениваться с таковыми, обусловлена еще и тем, что большинство ГИС (как основные элементы КТКПР) для присоединенных к графическим объектам семантических данных традиционно используют формат DBF, ставший в этом смысле своего рода стандартом. Более того, все современные языки программирования высокого уровня (DELPHI, C++ и т. д.), предназначенные для создания эффективных математических моделей (без которых невозможна прогнозная оценка), имеют встроенные средства полнофункциональной обработки DBF-файлов.

Таким образом, основными принципами, на которые следует опираться при разработке блоков информационных систем, являются следующие:

совместимость по форматам с предыдущими системами (которые уже работают в ряде природоресурсных комитетов);

обеспечение правовых аспектов применения программных средств (наличие лицензий на те виды деятельности, в которых используются программные комплексы);

возможность создания средств для распределенной обработки (интеграция в глобальные вычислительные сети).

Система телекоммуникаций выполняет транспортные функции передачи данных и служит основным элементом для создания единого информационного пространства системы КТКПР Кемеровской области. Эта система строится на основе существующих и перспективных средств связи в современных протоколах передачи данных. В силу разнородности имеющихся средств передачи данных система должна обеспечивать работу с различными классами устройств — от телекса до факса. Однако в силу специфичности информационной справочной системы КТКПР Кемеровской области основным типом устройства передачи данных будет модем, так как для создания распределенных баз данных это устройство наиболее приемлемо. Скорость передачи должна быть не менее 9600 бод. Протокол передачи данных — не хуже V32bis. Архитектура глобальной сети для сопровождения системы должна соответствовать стандартам системы Internet и основываться на Unix системах для сопровождения узла сети. В качестве основного транспортного протокола должен использоваться протокол TCP/IP. В отдельных случаях, в условиях плохих линий связи, могут использоваться системы типа электронной почты, поддерживающие обмен на уровне протокола UUPC. Основные абонентские места могут комплектоваться на основе простых IBM PC/AT/P100/16/1Gb, к которым на уровне последовательного порта подключается модем необходимого класса.

В заключение приведем несколько примеров решения природоохранных задач на основе весьма упрощенной модели КТКПР, разработанной в Кемеровском научном центре СО РАН и получившей название Электронный экологический атлас Кемеровской области (далее — АТЛАС) [2, 3].

АТЛАС создан на основе ГИС технологий и позволяет оперировать цифровыми картами, устанавливая информационные связи между отдельными графическими объектами (или их классами) с семантической информацией, хранящейся в базах данных формата dBASE и PARADOX, и подключать картографо-математические модели явлений с визуализацией и сохранением результатов их работы в отдельном слое графической базы. В основе АТЛАСА — созданная под руководством КемНЦ СО РАН Экологическая карта Кемеровской области масштаба 1:500 000. Вся графическая информация с карты в процессе оцифровки разбита на 80 отдельных слоев. Первая версия АТЛАСА содержит 12

карт, отражающих состояние природных сред Кемеровской области с соответствующими базами данных и математическими моделями [3, 4]. На основе АТЛАСА решен ряд научно-практических задач, среди которых наиболее интересными являются следующие:

расчетная оценка переноса кислотообразующих примесей от крупных городов Кузбасса, и сопоставление полученных зон влияния с очагами деградации лесных массивов;

автоматизированное определение участков земной поверхности и подземных вод Кемеровской области, имеющих нарушения в результате горных работ;

предварительная экологическая экспертиза территории Ерунаковского угольного месторождения с точки зрения землепользования и загрязнения атмосферного воздуха.

Результаты модельных расчетов максимальных разовых (т.е. осредненных за 20 минут) концентраций для суммы окислов азота и сернистого ангидрида, выбрасываемых городами на юге Кузбасса, представлены на рис. 1. Цифровой слой с расчетными изолиниями может быть добавлен к любой карте АТЛАСА, но наиболее интересным представляется его совмещение с деградировавшими лесными массивами. Рисунок показывает, что

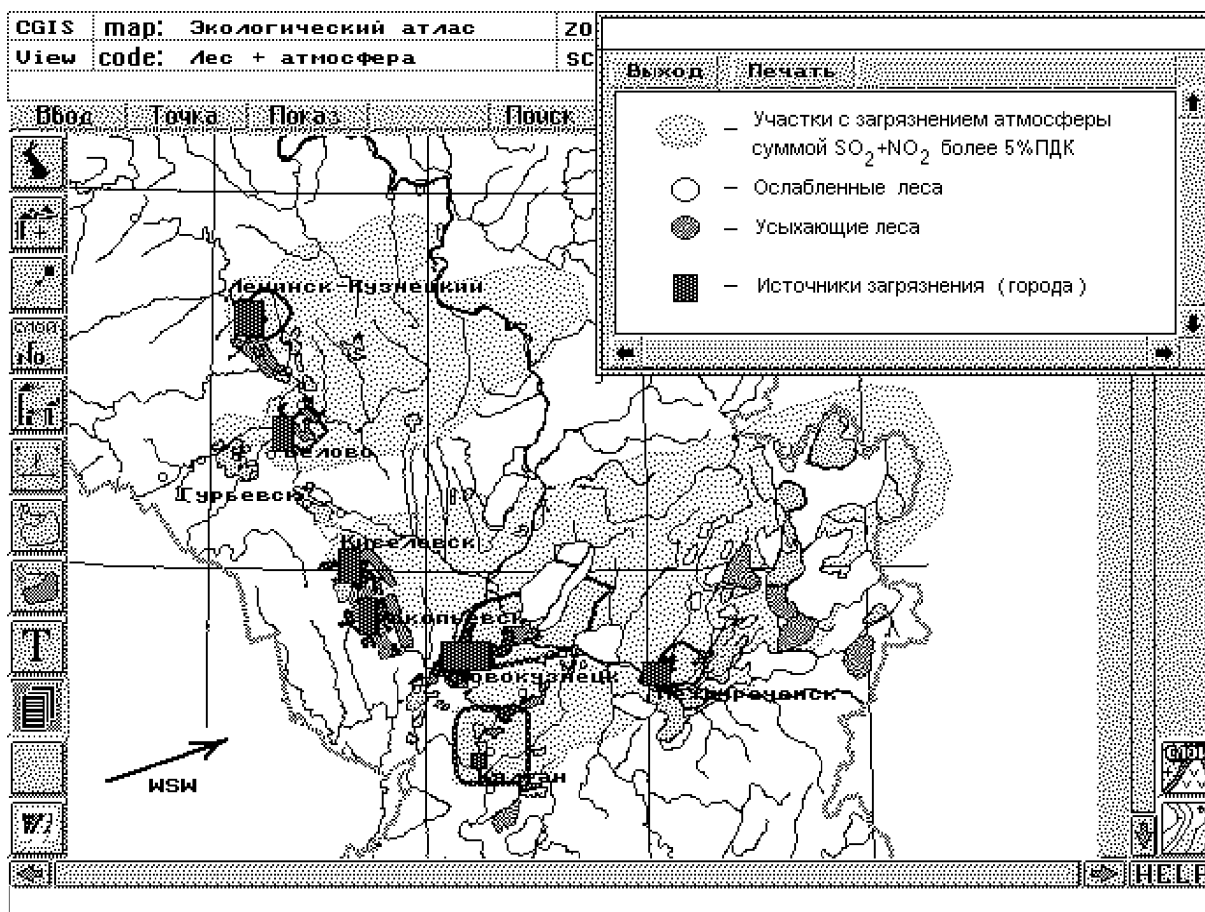


Рис. 1. Перенос кислотообразующих примесей в направлении Кузнецкого Алатау.

суммарный факел от южных городов Кузбасса при преобладающем направлении ветра (юго-западная четверть) покрывает леса Кузнецкого Алатау значимым уровнем загрязнений (5 % от максимально-разовой ПДК для человека), что с учетом их накопления в хвое и выпадения с осадками может объяснить причину деградации лесов. Подчеркнем, что модель способна выдать в каждой точке основных “виновников” загрязнения с указанием их вклада.

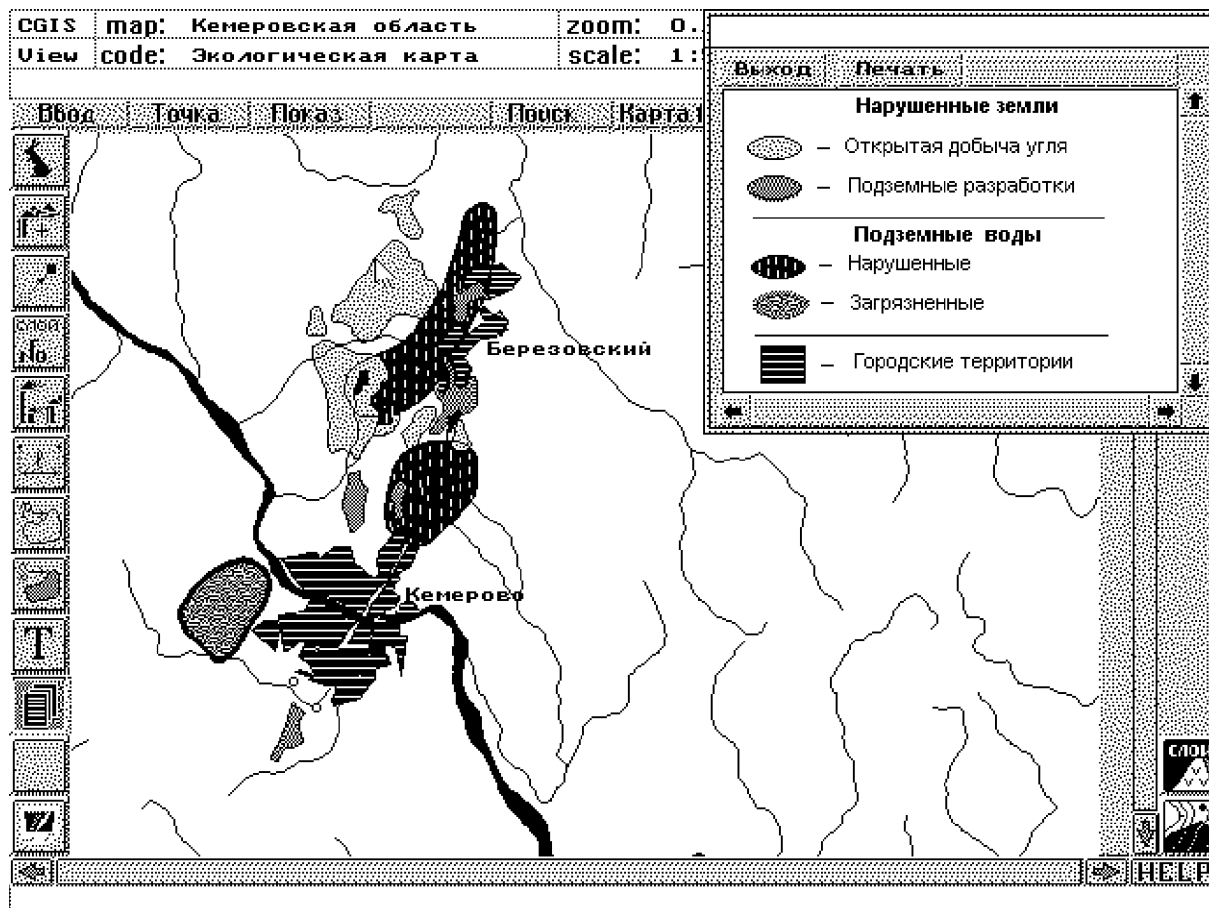


Рис. 2. Нарушенные земли и подземные воды в районе г. Кемерово.

Горное производство оказывает негативное воздействие на водный режим территории Кемеровской области. Происходят иссушение зоны горных работ, водопонижение при проходе выработок, откачка, а затем сброс подземных вод в гидросеть за пределами разрабатываемого участка. Образуются депрессионные воронки, размеры которых зависят от геологических, гидрогеологических условий и продолжительности разработки месторождения. Общая площадь депрессионных воронок в Кузбассе достигает 2 тыс. км². Их расположение по территории сконцентрировано в карте подземных вод. На рис. 2 приведен фрагмент, на котором в окрестностях г. Кемерово совмещены соответствующие слои карт нарушенных земель и подземных вод, а также подземных вод, загрязненных промышленными стоками.

Планы освоения новых угольных месторождений Восточного Кузбасса должны сопровождаться оценкой антропогенных воздействий на природные комплексы. С помощью АТЛАСА рассмотрены некоторые вопросы размещения шахтных и карьерных полей на территории месторождений. Путем совмещения цифровых карт “типы почв” и “шахтные поля и разрезы” определено, что границы шахтных полей находятся под черноземами, а открытые горные работы предполагается вести преимущественно на серых лесных землях (рис. 3). Агрегированная оценка фоновое загрязнения атмосферы для территории вновь осваиваемых угольных месторождений от уже существующих промвыбросов городов составляет в среднем 0,2–0,5 ПДК (см. рис. 3). А прогноз загрязнения атмосферы с учетом проектируемых разрезов показывает, что будут наблюдаться зоны с концентраци-

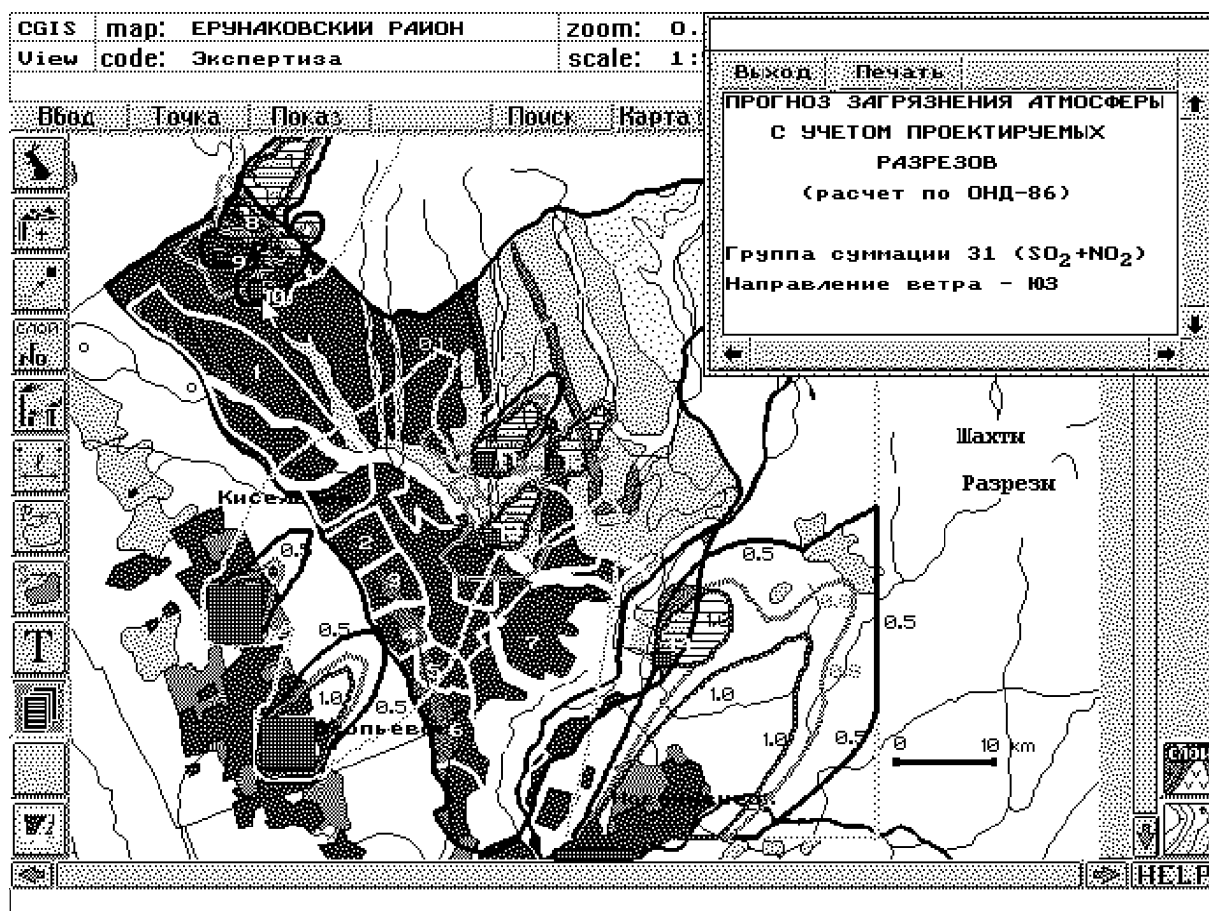


Рис. 3. Территория Ерунаковского района.

ями выше ПДК. Это необходимо учитывать при проектировании селитебных территорий и границ санитарно-защитных зон.

Безусловно, возможности АТЛАСА далеко не достаточны для решения кадастровых задач, поскольку картооснова и сопутствующая информация носят, скорее, обобщающий, чем детальный характер. Тем не менее разработка АТЛАСА и опыт решения природоохранных задач с помощью подобного рода системы существенно помогают в работе по созданию основ КТКПР Кемеровской области.

Список литературы

- [1] СЧАСТЛИВЦЕВ Е. Л., ПОТАПОВ В. П., БЫКОВ А. А. Методические основы создания распределенного кадастра природных ресурсов Кемеровской области. В *“Региональное природопользование и экологический мониторинг”*. Барнаул, 1996, 68–70.
- [2] БУКОВ А. А., PUSHKIN S. G., SCHASTLIVTSEV E. L. Using of GIS-technology for long-term environmental planning in Kuzbass coal region. In *“Proc. of the 26th Int. Symp. on Computer Appl. in the Minerar Industries”*. The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA, 1996, 497–501.
- [3] СЧАСТЛИВЦЕВ Е. Л., ПОТАПОВ В. П., БЫКОВ А. А. Опыт применения ГИС системы “Экологический атлас Кемеровской области” для решения природоохранных за-

дач. В *“ГИС для устойчивого развития окружающей среды: Труды междунар. конф. ИНТЕРКАРТО-3”*. Новосибирск, 1997, 151–161.

Поступила в редакцию 15 мая 1998 г.