

ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

К. С. Тесленок, С. А. Тесленок, В. Ф. Манухов
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Географический факультет
ул. Советская, 24, г. Саранск, Россия, 430011
E-mail: kirilltesl@mail.ru, teslserg@mail.ru, manuchov@mail.ru

GEOINFORMATION-CARTOGRAPHIC SUBSTANTIATION OF MANAGEMENT DECISIONS IN THE USE OF GROUNDWATER

K. S. Teslenok, S. A. Teslenok, V. F. Manukhov
N. P. Ogarev Mordovian State University, Faculty of Geography
Sovetskaya St., 24, Saransk, Russia, 430011
E-mail: kirilltesl@mail.ru, teslserg@mail.ru, manuchov@mail.ru

Abstract. Are presented opportunities for practical application of materials obtained on the basis of geographic information systems technology in the process of formation and management decisions in the use of groundwater.

Муниципальное предприятие городского округа Саранск «Саранское водопроводно-канализационное хозяйство» (МП «Саранскгорводоканал») – крупнейшее водоснабжающее предприятие Республики Мордовия, одна из важнейших организаций столицы Республики Мордовия, без которой невозможно ее нормальное функционирование. Район расположения водозаборов предприятия находится в центральной части республики, административно включая городской округ Саранск и части территории двух муниципальных районов: Лямбирского и Старошайговского (рис. 1).

Для визуализации разного рода информации, иллюстрирования текстовых и табличных данных, как правило, применяются различные графические материалы (рисунки, графики, разрезы, диаграммы и т.п.), зачастую созданные с использованием возможностей Microsoft Office (рис. 2), наиболее широко распространенного и доступного программного обеспечения.

Но проведение широкого спектра производственных работ на предприятии, в его службах и подразделениях, а особенно процессы обоснования, формирования и принятия эффективных управленческих решений нуждаются в комплексном информационном обеспечении.

Естественно, что проведение исследований по использованию ресурсов подземных вод и обеспечение водопотребителей, анализ данных и представление полученных результатов должно базироваться на использовании разнообразной картографической информации разных масштабных уровней и разного территориального охвата – от всего района расположения водозаборов и прохождения водоводов предприятия площадью более 1500 км² (см. рис. 1), до земельных участков первого пояса зоны санитарной охраны отдельных артезианских скважин масштаба 1:10 000 размером 3600 м².

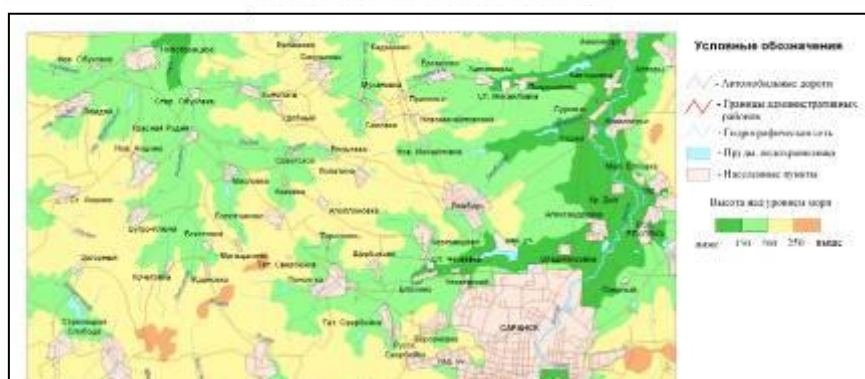
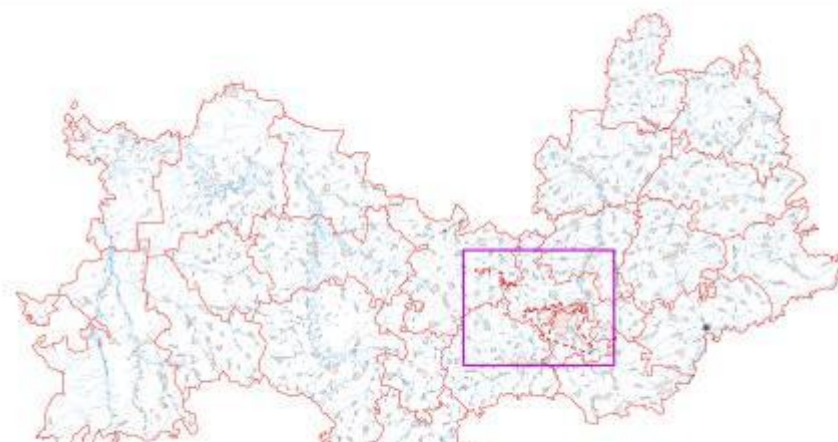


Рис. 1. Район размещения водозаборов МП «Саранскгорводоканал»

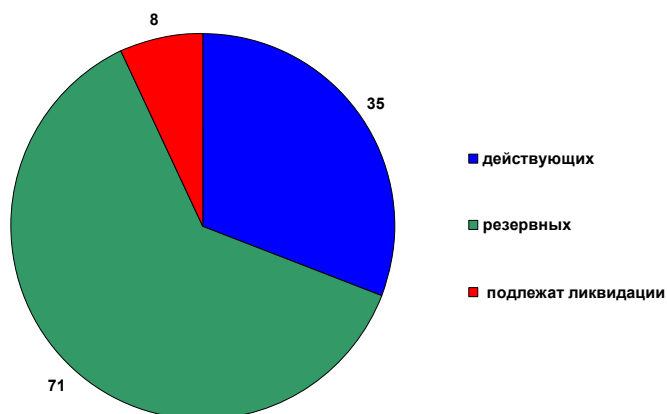


Рис. 2. Техническое состояние артезианских скважин МП «Саранскгорводоканал» на 01.01.2013 г. (%)

Главные функции предприятия заключаются не только в бесперебойном обеспечении города водой надлежащего качества (забор воды в скважинах и подача по водоводам и разводящим сетям к потребителям) и сборе и подаче стоков (системой канализации от населения и промышленных предприятий) для последующей очистки на очистных сооружениях. МП «Саранскгорводоканал» выполняет огромное количество и большие объемы различных сопутствующих работ, таких как:

- бурение новых и восстановление вышедших из строя артезианских скважин;
- прокладка и перекладка водоводов, водопроводных и канализационных сетей;
- капитальное строительство новых и текущий ремонт действующих ВНС, павильонов скважин и их ограждений;
- отбор проб в разводящей сети населенных пунктов городского округа и на водопроводных насосных станциях (ВНС);
- контроль качества питьевой воды в системе водоснабжения путем проведение химических, органолептических, микробиологических исследований, а так же химические анализы природных и сточных вод испытательной лабораторией качества воды (ИЛКВ);
- замеры расхода воды скважинах, водоводах и ВНС;
- мониторинг уровня, качества и температуры подземных вод в артезианских скважинах;
- контроль утечек воды и приборов учёта;
- хранение запасов питьевой воды в резервуарах для потребностей города чрезвычайного характера, противопожарные нужды и на период проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

При этом решаются конкретные производственные задачи предприятия по осуществлению добычи подземных вод, в числе которых:

- оценка состояния эксплуатируемых объектов производственной инфраструктуры, отдельных структурных подразделений и всего предприятия в целом и соответствия требованиям нормативов, стандартов и условий лицензий;
- диспетчерское управление режимом эксплуатации водозаборных сооружений и его корректировка;
- планирование, организация и осуществление необходимых мероприятий для сохранения качества подземных вод и предотвращения их загрязнения и истощения;
- заблаговременное регулирование глубины загрузки погружных насосов артезианских скважин, во избежание выхода их из строя, на основе мониторинга положения уровня подземных вод в эксплуатационных скважинах.

Зачастую принимаемые решения по управлению основываются на результатах ведения мониторинга подземных вод [Тесленок, 2008, 2010, 2012] и так же нуждаются в геоинформационно-картографическом обеспечении. Мониторинговые исследования проводятся с целью обеспечения рационального использования подземных вод, контроля их состояния, получения необходимой информации для решения задач прогноза и управления ресурсами, обоснования и принятия управленческих решений, особую актуальность приобретает ведение мониторинг подземных вод. Это система регулярных наблюдений, сбора, хранения, оценки и прогнозирования информации по пространственно-временным изменениям состояния подземных вод под воздействием природных и антропогенных факторов. В задачу информационной деятельности мониторинга входят: сбор, накопление, хранение и систематизация количественных и качественных показателей в виде баз данных; их анализ и обобщение с целью оценки состояния подземных вод и составления прогноза его изменения под влиянием природных и техногенных факторов; разработка мероприятий по рациональному использованию и охране подземных вод; информационное обеспечение данными о состоянии подземных вод геологических служб, органов государственной власти, других организаций и предприятий [Тесленок, 2008, 2010, 2012].

Периодически представителями Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Мордовия, Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Мордовия, Министерства, Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия, а дважды в год (в весенний и осенний период) соответствующими службами и специалистами МП «Саранскгорводоканал» проводятся полевые обследования санитарно-технического состояния эксплуатационных и наблюдательных скважин на всех водозаборах и водозаборных участках предприятия [рис. 3], а так же отдельно расположенных скважин. При этом обследуются как действующие, так и бездействующие и ранее затампонированные эксплуатационные скважины.

Подобные обследования, основанные на использовании разнообразной картографической информации на всех их этапах, включают:

- проверку дежурной и учетной документации;
- обследование технического состояния эксплуатационных скважин, павильонов, зон санитарной охраны;
- проведение инспектирования скважин наблюдательной сети;
- отбор проб воды из эксплуатационных скважин;
- проведение контрольных замеров уровней и температуры подземных вод, а так же глубины скважин;
- фотодокументирование состояния скважин, водозаборов, зон санитарной охраны, выявленных недостатков и нарушений и др.

Таким образом, опытом работы производственного предприятия подтверждается, что эффективное управление и функционирование сформировавшейся системы питьевого водоснабжения, базирующейся на подземных водоисточниках, невозможны без комплексного информационного (и в первую очередь геоинформационно-картографического) обеспечения [Пиотровский, 2008; Тесленок, 2008, 2009, 2010]. Такая социально, экологически и экономически значимая сфера нуждается в использовании единых общих принципов картографирования с применением ГИС-технологий – наиболее эффективного средства актуализации и анализа разнородной пространственной информации [Геоинформатика, 2008; ДеМерс, 1999; Митчелл, 2000; Пиотровский, 2008; Тесленок, 2010; Тикунов, 1997;].

Для их решения в МП «Саранскгорводоканал» широко используются геоинформационные технологии и возможности современных ГИС. Их ключевой особенностью является возможность моделирования, решения серьезных аналитических задач пространственного анализа и последующей оценки полученных результатов [Берлянт, 1999; ДеМерс, 1999; Геоинформатика, 2008; Митчелл Э., 2000; Тикунов, 1997].



Рис. 3. Водозаборы и скважины наблюдательной сети

ГИС-технологии позволяют эффективно управлять системами питьевого водоснабжения из подземных источников, разрабатывать рекомендации по дальнейшей их модернизации и развитию, а так же решать большое количество актуальных проблем, условно разделенных на две группы:

- мониторинга (уровень подземных вод; химический состав и загрязнение подземных вод; воздействие на них конкретных источников загрязнения; состояние инженерно-технического комплекса водоснабжения; уровень заболеваемости, связанный с потреблением некачественной воды; состояние зон санитарной охраны и т.д.);

- развития (обоснованный выбор расположения новых объектов водоснабжения, исходя из особенностей размещения запасов подземных вод, степени их естественной защищенности, пространственного распределения, тенденций в водопотреблении, а также предпочтений населения; определение оптимальной последовательности модернизации (в первую очередь технического оснащения) действующих централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения и т.д.) [Пиотровский, 2008].

Применение средств ГИС позволяет обеспечить оперативное управление специальной мониторинговой, графическими построениями и визуализацией данных, автоматизировав, кардинально изменив характер и улучшив качество процесса составления картографических материалов. Резкое увеличение производительности работ, выполняемых с гораздо большей точностью и детальностью, обеспечивается значительно более быстрое осуществление всех необходимых выборов, расчетов, создания, анализа и отображения большого количества возможных вариантов, выбор наиболее приемлемого решения [Тесленок, 2008].

Выбор наиболее подходящего программного обеспечения дает возможность более эффективно решить комплекс основных задач, расширяя набор привлекаемой информации, упрощая ее актуализацию и анализ. Помимо специализированного программного обеспечения (такого как, например, Информационная компьютерная система Государственного мониторинга геологической среды в составе двух блоков «Мониторинг» и ГИС «Геолинк»), широко используется ГИС ArcView GIS.

Существенную помощь в обеспечении заинтересованных лиц информацией для выработки управленческих решений оказывает разработанная, практически реализованная и активно используемая в МП «Саранскгорводоканал» ГИС «Вода Саранска» [Тесленок, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013].

Создание комплекта карт в электронном виде (в формате shape-файлов) и на бумажных носителях и геоинформационно-картографических моделей компонентов мониторинга подземных вод района водозабора МП «Саранскгорводоканал» с использованием ГИС-технологий в следующем составе:

- обзорные и детальные карты расположения водозаборов, эксплуатационных скважин и скважин наблюдательной сети (рис. 4, см. рис. 1, 3);

- дежурные карты величины водоотбора на водозаборах предприятия (рис. 5, а);

- дежурные карты качества и химического состава подземных вод различных водоносных горизонтов и комплексов на водозаборах предприятия [Тесленок, 2009, 2010, 2013] (рис. 5, б);

- дежурные карты пьезоизогипс водоносного средне-верхнекаменноугольного карбонатного горизонта масштаба 1:50 000 для предприятия в целом, отдельных водозаборов, водозаборных участков и их

частей [Тесленок, 2008, 2009, 2010, 2012] (рис. 5, в, г);

- карты разности между картами уровенной поверхности любой пары лет временного ряда периода наблюдений [Тесленок, 2012] (рис. 5, д);

- карты температуры подземных вод на водозаборах предприятия [Тесленок, 2013] (рис. 5, е) и др.

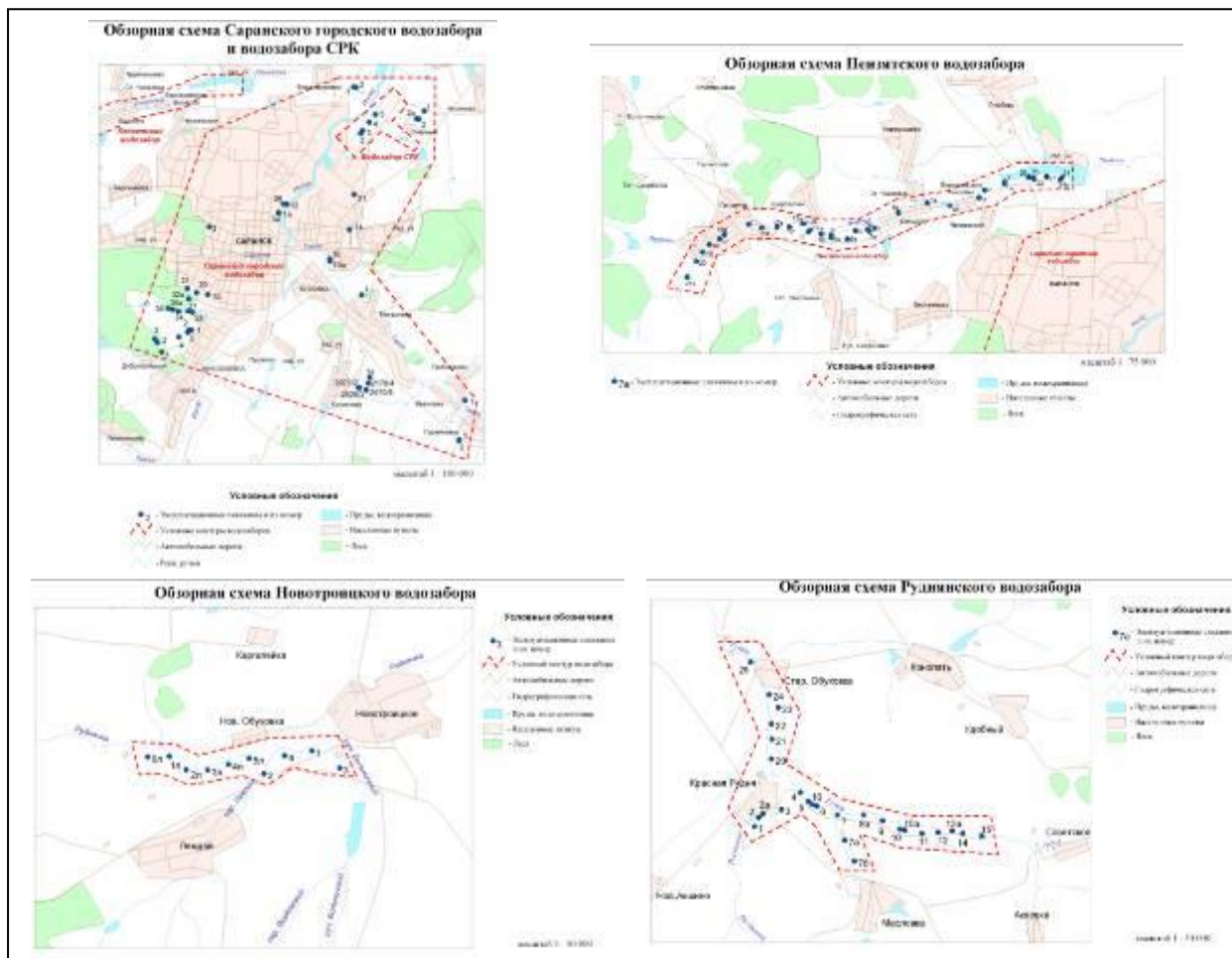


Рис. 4. Водозаборы МП «Саранскгорводоканал»

Базы данных ГИС «Вода Саранска» позволяют создавать самые разнообразные картографические материалы, в том числе и с ранее не существовавшими объектами (например, созданными после освоения нового Новотроицкого водозабора (см. рис. 4).

Отсутствие или недооценка сведений о глубине залегания подземных вод и величинах его внутригодовых колебаний могут привести к нестабильной работе и даже выходу из строя погружных насосов в артезианских скважинах и оборудования насосных станций со всеми вытекающими последствиями, создавая реальную угрозу одной из важнейших составляющих обеспечения безопасности жизнедеятельности – системы бесперебойного водоснабжения населения и производства.

Особенно ценны сточки зрения управления карты разности, полученные средствами растровой алгебры (алгебры карт), позволяющие применять полученные данные для выработки и принятия широкого спектра управленческих решений [Тесленок, 2012].

Большой комплекс геоинформационно-картографических работ связан с разработкой проектов зон санитарной охраны (ЗСО) и санитарно-защитных полос (СЗП) и реализацией их на местности с целью обеспечения режима санитарной охраны источников и сетей водоснабжения, водопроводных сооружений, а также территорий их расположения [Тесленок, 2012]. Согласно требованиям Санитарных правил и норм (СанПиН 2.1.4.1110-02). Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения) в состав таких проектов в обязательном порядке должен входить картографический материал. Он включает ситуационный план с проектируемыми границами поясов ЗСО и нанесением мест расположения водозаборов, площадок водопроводных сооружений и источников водоснабжения (рис. 6) [Тесленок, 2012].

Выполнение названных работ позволило приобрести соответствующий опыт и разработать систему методических рекомендаций для технического персонала МП «Саранскгорводоканал» по:

- созданию специализированной региональной ГИС гидрогеологической направленности;
- организации и ведению локального мониторинга подземных вод на территории водозаборов с

использованием ГИС;

- применению ГИС-технологий в системе локального мониторинга подземных вод;
- применению ГИС-технологий при переоценке эксплуатационных запасов подземных вод;
- применению ГИС-технологий при разработке проектов организации зон санитарной охраны

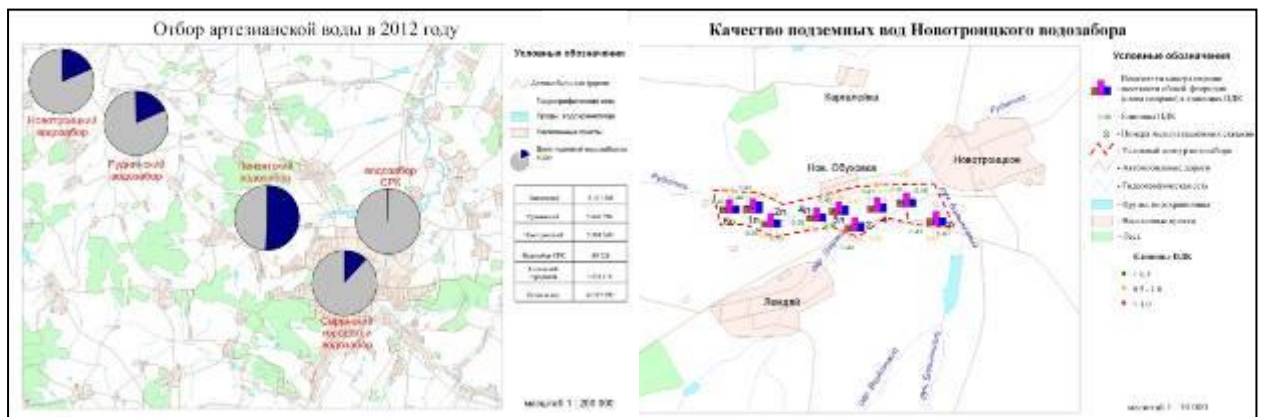
водозаборов.

ГИС-технологии могут успешно применяться не только для обеспечения необходимой для принятия управленческих решений информацией, получаемой при ведении мониторинга подземных вод (хотя по объему и значимости это главный блок), но и разного рода сопроводительных работах. В основном это подготовка различных схем и планов для нанесения на них в полевых условиях коммуникаций (рис. 7).

Значительная часть земельных участков МП «Саранскгорводоканал» представляет собой территории I пояса ЗСО эксплуатационных скважин. В связи с этим практическая деятельность предприятия потребовала разработки проекта и структуры базы данных земельного учета («Земля») [Тесленок, 2010]. Созданная база данных дает возможность оперативного перемещения между геоизображениями водозаборов предприятия и получения имеющейся текстовой и графической информации по земельным участкам. Она содержит текстовую и графическую информацию со структурированными данными земельного учета (постановлениями органов государственной власти, договорами аренды земельных участков, свидетельствами на право собственности, свидетельствами о государственной регистрации права на земельные участки, материалами землеустроительных (межевых) дел, планами и описаниями земельных участков, проектами границ земельных участков и ситуационными планами, актами, каталогами, кадастровыми выписками) и возможностью их получения, обработки и визуализации (рис. 8).

Полученные результаты, применяются в практической деятельности предприятия в целом и его отдельных подразделений, ведутся и пополняются базы данных специализированной геоинформационной системы «Вода Саранска» и «Земля». Некоторые карты были использованы в процессе переоценки запасов (для Новотроицкого, Руднянского и Пензятского водозаборов), другие включены в план работ (для водозаборов Саранского резинотехнического комбината и Саранского городского) и будут задействованы в этой деятельности в самое ближайшее время.

Эффективность работ по подготовке, обоснованию и принятию оптимальных управленческих решений на базе геоинформационно-картографической поддержки, заключается в том, что в конечном счете они способствуют более углубленному изучению особенностей гидрогеологического строения центральной части Республики Мордовия и района расположения территории водозаборов МП «Саранскгорводоканал».



а

б



в

с



д



е

Рис. 5. Примеры карт, созданных на основе ГИС «Вода Саранска»



Рис. 6. Пример фрагмента итоговой карты ЗСО и СЗП источников водоснабжения, водопроводных сооружений и сетей водоснабжения

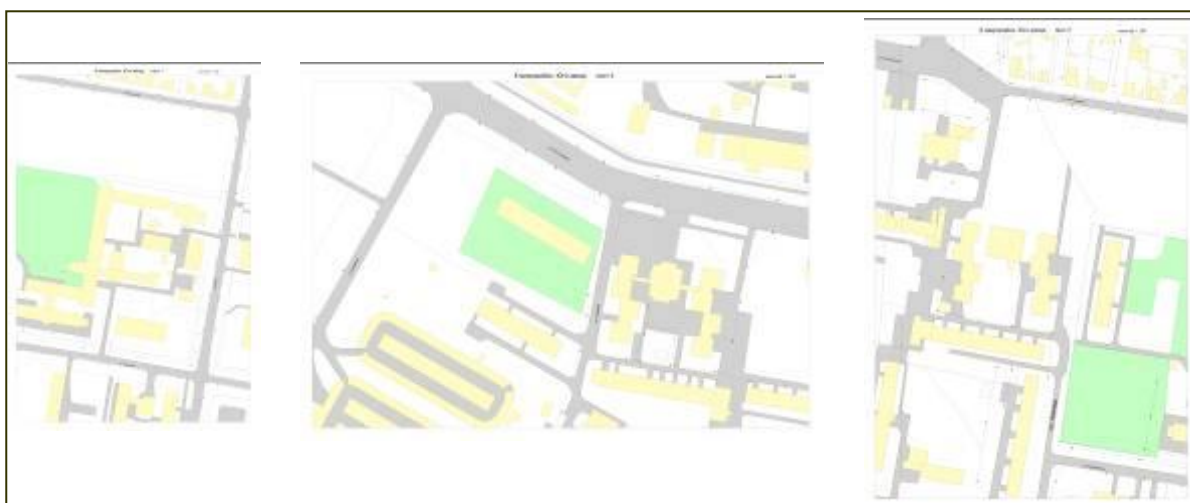


Рис. 7. Примеры схем для нанесения коммуникаций в полевых условиях

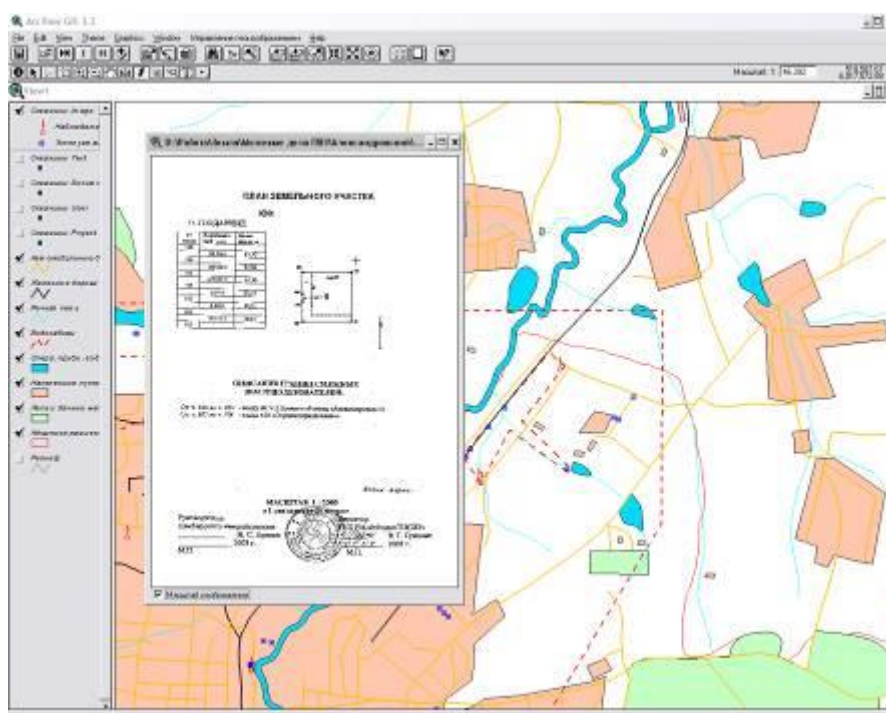


Рис. 8. Примеры визуализации информации базы данных «Земля»

Область практического применения созданных картографических и геоинформационных материалов в широком смысле – деятельность предприятий, добывающих полезные ископаемые, и занимающихся в связи с этим ведением объектного (локального) мониторинга геологической среды. Применительно к базовому предприятию – это производственная деятельность его в целом и отдельных подразделений и служб – планирование работы диспетчерской службы, водозаборов, ВНС и КНС, ИЛКВ, производственно-технического отдела и др.; охрана подземных вод от загрязнения и истощения, предотвращение негативных последствий влияния водоотбора на окружающую среду, а также контроль соблюдения требований, установленных недропользователям при предоставлении недр для добычи подземных вод, и использование полученных результатов для принятия управленческих решений.

Выполнено при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00860-а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиотровский В. А. ГИС в питьевом водоснабжении из подземных источников / Пиотровский В. А. // Геодезия и картография. – 2008. – № 4. – С. 37–39.
2. Тесленок К. С. Возможности ГИС ArcView в визуализации данных земельного учета // Географическое изучение территориальных систем : в 2 кн. Кн. 2. Социально-экономические и геополитические аспекты исследования территориальных систем: сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых. – Пермь, 2010. – С. 327–329.
3. Тесленок К. С. Геоинформационно-картографическое моделирование температуры подземных вод / К. С. Тесленок // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 19–22 сент. 2013 г.). – Воронеж : Изд. «Цифровая полиграфия», 2013. – С. 154–161.
4. Тесленок К. С. Карта качества воды скважин водозабора как результат прохождения производственной практики / К. С. Тесленок, В. Ф. Манухова // Инновационные процессы в высшей школе : материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО КубГТУ, 2013. – С. 142–144.
5. Тесленок К. С. Картографирование результатов исследования качества воды водоисточников системы водоснабжения Саранска / К. С. Тесленок // Геоинформационное картографирование в регионах России : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (Воронеж, 2–4 декабря 2009 г.). – Воронеж : Истоки, 2009. – С. 212–217.
6. Тесленок К. С. Методика автоматизированного построения карт зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения / К. С. Тесленок, С. А. Тесленок, Н. Н. Чирков, В. Р. Янгляев, А. В. Блохин // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы IV (заочной) Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 нояб. 2012 г.). – Воронеж : Науч. кн., 2012. – С. 124–130.
7. Тесленок С. А. Изучение и освоение Новотроицкого участка как одно из направлений повышения устойчивости водоснабжения Саранска / С. А. Тесленок, В. П. Агафонов, Д. В. Агафонов // ИнтерКартоИнтерГИС 15 : Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт : материалы междунар. конф., Пермь, Гент, 29 июня – 5 июля 2009 г. : в 2 т. Т. 1. – Пермь, 2009. – С. 151–162.
8. Тесленок С. А. Использование алгебры карт при ведении локального мониторинга подземных вод в МП «Саранскгорводоканал» / С. А. Тесленок, К. С. Тесленок, В. Ф. Манухов // ИнтерКарто/ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы междунар. конф. (Смоленск (Россия), Сен-Дье-де-Вож (Франция)), 26 июня – 4 июля 2012 г. – Смоленск, 2012. – С. 93–97.
9. Тесленок С. А. Картографическое обеспечение ведения локального мониторинга в МП «Саранскгорводоканал» / С. А. Тесленок, В. Ф. Манухов, К. С. Тесленок // ИнтерКарто/ИнтерГИС-16 : Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт : материалы Междунар. конференции (Ростов-на-Дону (Россия), Зальцбург (Австрия)), 3–4 июля 2010 г. – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 182–195.
10. Тесленок С. А. Использование геоинформационных технологий при создании дежурной карты пьезоизогипс водоносного горизонта / С. А. Тесленок, А. К. Коваленко, В. Ф. Манухов // Геодезия и картография. – 2008. – № 8. – С. 28–31.
11. Тикунов В. С. Моделирование в картографии : учебник / В. С. Тикунов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 405 с.
12. Берлянт А. М. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / А. М. Берлянт, А. В. Кошкарёв. М. : ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
13. ДеМерс М. Географические Информационные системы / ДеМерс М. – М. : Дата+, 1999. – 504 с.
14. Геоинформатика : в 2 кн. Кн. 1 : учебник для студ. высш. учеб. заведений / под. ред. В. С. Тикунова. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.
15. Митчел Э. Руководство по ГИС анализу / Э. Митчел. Ч. 1. Пространственные модели и взаимосвязи. – Киев : ЕСОММ Со : Стилос, 2000. – 198 с.