

ГИС В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
(на примере водозабора «Чупонота»)

*Т.Д. МИРАХМЕДОВ, кандидат технических наук, доцент  
(Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,  
Ташкент)*

*Рассматриваются вопросы использования геоинформационных технологий для сбора, хранения и обработки геоданных при гидрогеологических исследованиях гидросферы подземных вод на примере водозаборов, а также моделирование процессов геофильтрации в водоносном горизонте.*

*Ключевые слова: геоинформационные технологии, подземные воды, геобазы данных.*

Современное развитие мониторинга подземных вод на водосборных площадях речных бассейнов и склонов нередко связано с установлением постов наблюдения на местности, формированием наблюдательных обследований, гидрорежимных обследований для оценки состояния, сохранности и оперативной оценки гидрогеологических условий. В связи с этим изучение состояния питьевых вод районов имеет определенное народнохозяйственное значение.

Что касается водозабора подземных вод, то по наблюдениям за общим запасом подземных вод и регулярным наблюдениям за гидросферой подземных вод собран определенный материал по изменению уровня и качества, что представляет интерес как с научной, так и с практической точки зрения. Однако использование подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, особенно когда имеющиеся источники поверхностных вод расположены на значительном удалении от потребителя или в трансграничных районах или имеют неудовлетворительные физико-химические свойства [1].

С научной точки зрения результаты изучения формирования режима подземных вод и прогнозирования его изменения в районе залегания подземных вод имеют важное значение при решении задач предотвращения и защиты от загрязнения. В настоящее время еще более расширена оценка ресурсов подземных вод на основе изучения современных информационных технологий и математических моделей, комплексного решения различных гидрогеологических проблем района и совершенствуется круг решаемых

вопросов. В частности, к числу актуальных вопросов при решении таких задач относятся автоматизация процессов наблюдения, внедрение информационно-коммуникационных технологий, использование математических моделей и нейронных сетей, а также технологий ГИС.

Для решения задач водоснабжения необходимо иметь большой объем «Больших данных» (геологических, гидрогеоэкологических, инженерно-геологических, мелиоративных и др., в свою очередь – картографическую, цифровую, табличную и текстовую информацию), которые не являются классифицированы и имеют различную структуру первичных данных. Графические представления могут быть представлены заказчику и администрации в виде визуализации с учетом структурных аспектов использования ГИС-технологий при обработке и анализе условий [3].

Исследуемая территория представляет собой постоянно меняющуюся динамичную многокомпонентную природную техногенную систему. В рамках мероприятий по изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий района необходимо было создать систему в ГИС, которая позволяла бы изучать и управлять существующей геологической и гидрогеологической обоснованностью водозаборов (рис. 1). На основе этой системы предлагается информационно-аналитическая программа, поддерживающая принятие управленческих решений на основе точных географических координат, с автоматизированными точками наблюдения за уровнем и быстродействующим математическим программным обеспечением. В рамках этой программы создана геоинформационная система состояния подземной гидросферы Чупонотского водозабора.

Быстрое распространение геоинформационных технологий сегодня многие организации и университеты работают практически во всех областях, таких как разработка в ГИС и ее приложений, а также внедрение программного обеспечения для исследовательских проектов. Геоинформационные системы имеются в научных лабораториях и центрах “3D геомоделирования” факультета геологии и геоинформационных систем Национального университета Узбекистана и разработали технологическую базу для построения своих систем. Создана база данных геоинформационной системы водозабора «Чупонота». Зеравшанское месторождение подземных вод представляет собой информационную систему подземной гидросферы вокруг водозабора Чупонота. При этом спецпроект, в котором созданы общие принципы построения в ГИС, также ориентирован на геологическую практику информационных технологий, создание удобного программного средства и среды для повышения эффективности геологических и гидрогеологических исследований.

Одной из основных задач ГИС является систематический сбор, редактирование, обработка и анализ первичных гидрогеологических данных, использование этой информации в качестве предпосылки для построения математической модели, интеграция программного обеспечения при визуализации геолого-гидрогеологических данных в соответствии с географическими координатами региона. В научных исследованиях под визуализацией местности понимается создание графических изображений, наиболее информативно воспроизводящих важные аспекты изучаемого процесса или события.

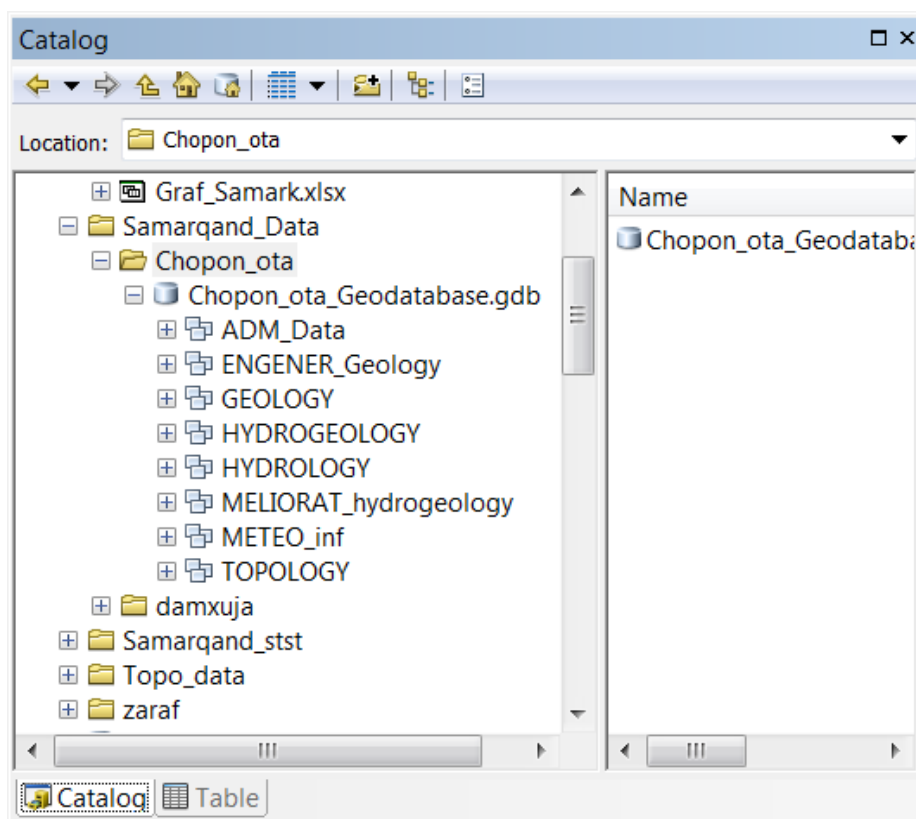


Рисунок 1. – Структура геоинформационной базы данных

Однако большое количество результатов моделирования представлено в компактной и легко приемлемой форме. Визуализация в виде графических изображений позволяет исследователю визуализировать изучаемую систему или процессу с разных точек зрения, что было бы невозможно без визуализации данных. Иногда это углубленное воображение окружающих гидрогеологических объектов, приводящее заказчика или проектировщика к полному пониманию явления.

Это сделано для упрощения процесса принятия управленческих решений на Чупонотском водозаборе в различных условиях. Это позволяет быстро просмотреть несколько решений и выбрать наиболее эффективное

решение. Это связано с возможностью предоставления информации, необходимой для принятия решений, в сжатой, быстрой и точной картографической форме с дополнительными атрибутивными табличными данными, графиками и диаграммами, т.е. визуализацией данных.

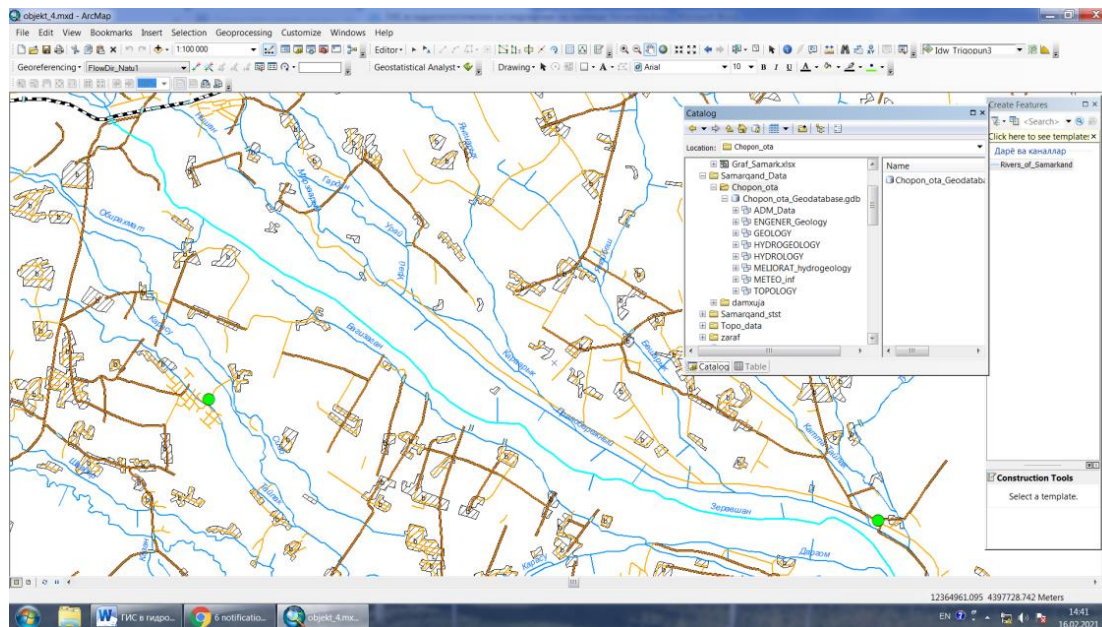


Рисунок 2. – Модель ГИС в водозаборе «Чупонота»

Если основным критерием качества гидрогеологического мониторинга является правильность и своевременность управленческих решений, принимаемых руководителями на основе информации, предоставляемой системой мониторинга, то обеспечение ее адекватности возможно только на основе точной и четкой интерпретации результатов, предоставляемых системой мониторинга. Таким образом, изучение текущего состояния окружающей среды в системах ГИС станет очень важной функцией эффективной системы мониторинга, особенно за населением в районе объектов питьевого водозабора.

Географическая информационная система Чупонота представляет собой набор программных инструментов, сочетающих традиционные операции с геоданными, такие как систематические запросы и статистический анализ, с преимуществами детального картографирования и детального анализа, обеспечиваемыми традиционными картографическими и атрибутивными данными. Система в ГИС — это не инструмент принятия решений, а инструмент, помогающий ускорить и повысить эффективность принятия решений. Необходимую для принятия решений информацию можно увидеть в нескольких сценариях на основе моделей и представить в краткой

картографической форме с дополнительными табличными данными, графиками и диаграммами [2].

Пользователи и операторы разработанной системы в ГИС смогут внести точные данные в базу геоданных, формировать новую информацию с течением времени, поддерживать автоматизированные процессы мониторинга техническими специалистами, а также изменять составные части элементов баланса подземных вод, помогающие решать прогнозирование на основе ГИС проблемы, условия формирования уровенного и температурного режима и изменения химического состава подземных вод.

В настоящее время исследования проводятся в мониторинговой сети, представляющей собой совокупность стационарных гидрогеологических скважин, предназначенных для изучения природных и техногенных факторов, влияющих на формирование гидрогеологических условий на изучаемой территории, из сети постоянного гидрорежима и внесистемной сети. Ежеквартально замеры качества вносятся в базу данных геоинформационной системы Чупонотского водозабора, где собираются и обрабатываются данные за любой период наблюдения.

База данных регулярных гидрогеологических наблюдений постоянно обновляется и пополняется, в связи с чем устанавливается четкий график работы. После ввода данных осуществляется редактирование и обработка информации, анализируются данные и сопоставляются графики изменения уровня, температуры и качества линий гидроизогипса и карты поверхности, выдаваемые на аналитическую обработку. Гидрогеохимические анализы (отбор проб воды на химический анализ) проводятся ежеквартально во всех скважинах сети режимного мониторинга. Ввод данных и расчеты выполняются в ГИС, который формирует специализированные карты, карты минерализации и индивидуальные показатели качества подземных вод.

Это означает планирование мероприятий по постоянному мониторингу гидрогеологического состояния территории, т.е. отслеживание динамики изменения уровня грунтовых вод, запуск системы дополнительного водозабора и определение зон воздействия инфильтрационного питания. На основе гидрогеологических наблюдений будет подготовлен научно-технический отчет, включающий анализ геофильтрационных процессов и мониторинг гидрорежима на территории Чупонотского водозабора.

Таким образом, Чупонотинский водозабор имеет все необходимые наблюдения и полный комплекс их обработки, обеспечивая информационную систему и согласованный сбор, ввод, хранение, обработку, отображение и анализ данных в масштабах региона. В ГИС информация о гидрогеологическом объекте доступна в виде их цифровых изображений. Информация,

необходимая для принятия решения, может быть представлена в сжатой картографической форме с дополнительными атрибутивными табличными данными, графиками и диаграммами. Геоинформация доступна для анализа, обобщения и позволяет найти решение и быстро просмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее эффективный метод, не тратя много времени на интерпретацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akmal Karimov, Aditi Mukherji, Vecheslav Borisov, Jamol Djumanov "Of transboundary basins, integrated water resources management (IWRM) and second best solutions: the case of groundwater banking in Central Asia" *Water Policy* (2012) 14 (1): 99–111. <https://doi.org/10.2166/wp.2011.149>
2. Djumanov J.X., Ishankhadjaev O.A., Egamberdiev X.S., Begimqulov D.Q. and Jumanov J.J., "Development Of A Hydrogeological Simulation Model Of Geofiltration Processes In Regional Aquifers Of Fergana Valley," 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011890.
3. Нейман П.Б. «Предварительная разведка верхнезарафшанского и Карадарьинского месторождения подземных вод в долине р. Зарафшан для обоснования хозпитьевого водоснабжения населения Самаркандской, Бухарской, Навоийской областей». - Т. Фонды ГГП «Узбекгидрогеология», Отчет II Верхнезарафшанской ГГП, 1989 г. 88 с.