

УДК 556.5

К ВОПРОСУ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ «BIG DATA» В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



Ж.Х. Джуманов¹

Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Компьютерные системы» УО «ТУИТ»



З.З. Мирюсупов²

Доцент кафедры «Компьютерные системы» УО «ТУИТ», кандидат технических наук



Р.А. Юсупов³

Старший преподаватель кафедры «Компьютерные системы» УО «ТУИТ»



Ш.А. Ахралов⁴

Ассистент кафедры «Компьютерные системы» УО «ТУИТ»



Х.С. Эгамбердиев⁵

Старший преподаватель кафедры «Информационно-образовательных технологий»



Э.А. Анорбоев⁶

Старший научный сотрудник ГП «Институт ГИДРОИНГЕО»

¹УО «Ташкентский университет информационных технологий», зав.кафедрой «Компьютерные системы», д.т.н., проф., Узбекистан

²УО «Ташкентский университет информационных технологий», доцент кафедры «Компьютерные системы», к.т.н., Узбекистан

³УО «Ташкентский университет информационных технологий», ст. пр-ль кафедры «Компьютерные системы», Узбекистан

⁴УО «Ташкентский университет информационных технологий», ассистент кафедры «Компьютерные системы», Узбекистан

⁵УО «Ташкентский университет информационных технологий», Каршинский филиал, ст. пр-ль кафедры «Информационно-образовательных технологий», Узбекистан

⁶ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», старший научный сотрудник, Узбекистан

E-mail: jamolijon@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются возможности использования современных средств работы с большими объемами данных, применение Big Data с широким разнообразием их структур, моделирования геофильтрации и автоматизированного измерения уровня подземных вод применительно к задачам исследований гидрогеологического мониторинга.

Ключевые слова: Большие данные, мониторинг подземной гидросферы, устройства автоматизированного замера, геоинформационное обеспечение, математическая модель, гидрогеологический процесс.

Введение. На проведение гидрогеологических исследований при решении различных задач расходуются значительные средства. Вопросы экономии материальных средств, рационального их расходования и повышения эффективности выполняемых исследований имеют большое значение. Результаты измерений режимных параметров для решения конкретных задач и целей аккумулируются в цифровые, текстовые, графические, растровые, логические, звуковые и видео данные, требующие технологии поиска статистически наиболее точных закономерностей. Еще до эпохи компьютеров и автоматизированных баз данных использовали бумажные записи гидрорежимных данных, полевые журналы первичных записей и архивные документы, которые и являлись фондами данных.

Сбор, хранение различных структурированных и неструктурированных данных подземной гидросферы сами по себе не являются научной новизной, это системный переход к составлению цепочек, основанных на знаниях -развитие технологий, выявление особенностей использования, анализ и качество интерпретация данных. Комбинация измерений режимных параметров подземной гидросферы и оптимизация мониторинга в процессе скопления больших данных, а также генерация управленческих решений создают возможные альтернативы развития ситуации, что также требует применения Big Data и программных систем поддержки принятия решений.

Множество гидрорежимных наблюдательных пунктов, значительный объем измеряемых и обрабатываемых данных, временная и содержательная вариативность выделения существенных данных параметров подземной гидросферы, быстрые изменения гидрогеологических условий, влияние амплитуды колебания уровней и минерализации подземных вод в реальном времени, требуют пространственного анализа многомерных массивов данных, а также повышают неопределенность принятия решений [1, 2].

Актуальность. Использование компьютерных технологий в процессе гидрорежимных исследований обусловило резкий скачок как количества гидрогеологической продукции, так и ее качества. Его можно определить тремя положениями: оперативность, наглядность и объективность. Гидрорежимные данные в режиме реального времени, -это информационная база математических моделей крупных гидрогеологических объектов, позволяющих оперативно определять их состояние, ещё зависит от степени автоматизации замеров специфических параметров подземной гидросферы. Big Data расставляет все по своим местам и помогает анализировать огромное количество данных, например: создания геоинформационной базы данных на основе исходной гидрогеологической информации, вопросы внедрения устройств автоматизированного измерения уровня и температуры подземных вод, моделирования гидрогеологических процессов с учетом территориально привязанных гидрогеологических условий, пространственного анализа результатов, оперативной визуализации картографической информации и разработки рекомендаций для принятия решений, связанных с методологическими, организационными и научными задачами. Поэтому, на основе технологии Big Data в исследовании состояний подземной гидросферы и рационального использования подземных вод, составление и использование картографических баз данных, мониторинг автоматизированного измерения уровня воды, а также совершенствование методов математического моделирования процессов геофильтрации являются *актуальными* вопросами.

В научно-исследовательских работах лаборатории «Геоинформационной технологии» Государственного предприятия «Институт ГИДРОИНГЕО» совместно с кафедрой «Компьютерных систем» Ташкентского университета информационных технологий (ТУИТ) давно стремились к математически точному мониторингу: именно в их недрах была создана концепция математического моделирования гидрогеологических процессов регионального характера, основанная на принципах «Big Data», теории геофильтрации и геомиграции в сложных гидрогеологических условиях, усовершенствованы методы интеграции

математического моделирования гидрогеологических процессов с информационно-коммуникационными технологиями [3, 5]. Отметим, что проведен ряд научно-исследовательских работ по информационному обеспечению моделирования геофильтрационных процессов региональных гидрогеологических систем, направленных на совершенствование замера параметров подземной гидросферы на основе автоматических измерительных устройств, позволяющих оперативно определять состояние гидрогеологических объектов.

Целью работы является повышение оперативности генерации альтернатив для управленческих решений в условиях обработки больших массивов автоматизированных измерений гидрорежимных данных, а также повышение обоснованности базового принципа обработки больших геоинформационных данных для управленческих решений.

Объективные требования по введению мониторинга и обработке множества показателей гидрорежимных параметров подземной гидросферы (значения изменений абсолютных отметок и глубин залегания подземных вод, изменения гидростатистических показателей, изменения амплитуды, температуры и колебания уровня подземных вод и др.) приводят к необходимости выполнения многократных итераций, на которых выполняется автоматизированное измерение уровня и температуры, что требует избыточных временных затрат, а также вступает в противоречие с необходимостью оперативной поддержки управленческих решений в процессе управления мониторинговой деятельностью гидрорежимных станций.

Научной задачей является разработка метода и алгоритма поддержки принятия решений, обеспечивающих введение мониторинга подземной гидросферы и определение закономерностей в гидрорежимных данных с возможностью интервального задания параметров, а также важнейших блоков обработки множеств и процессов, составленных из гидрогеологических больших данных «Big Data».

Идея заключается в том, чтобы обеспечить компьютеру большой объем данных, т.е. обработки неопределенно структурированных данных, прежде всего, системами управления базами данных, собранных в разные моменты времени статистически цифровых, графических, текстовых и геоинформационных материалов о значении гидрорежимных параметров подземной гидросферы, т.е. «Big Data», и заставить его отыскивать типовые алгоритмы, закономерности, которые не способен увидеть человек, или принимать решения на основе процесса вероятности в том масштабе, с которым прекрасно справляется человек, но который до сих пор не был доступен для машин, или возможно в таком масштабе, с которым человек не справится никогда.

Обычно большие данные гидрогеологического характера поступают из четырех источников: показания измерений автоматизированных датчиков, приборов и других устройств; результатов геоинформационно-математического моделирования геофильтрационных процессов; мелиоративных и гидрорежимных данных первичных полевых журналов; фондовых и корпоративных архивов, научно-исследовательских отчетов и документов [1, 4, 5].

Исходя из перечисленных типов данных, *объектом исследования являются* гидрорежимные процессы и информационные технологии (автоматизация сбора, накопления и обработки первичных данных) управления мониторингом подземной гидросферы и геоинформационно-математическое моделирование геофильтрационных процессов региональных гидрогеологических систем (месторождения подземных вод).

Предмет исследования – методы и алгоритмы управления, программные средства и принципы математического моделирования гидрогеологических процессов, происходящих под влиянием природных и техногенных факторов, устройства автоматизированного измерения уровня и температуры подземной гидросферы.

Методы исследования основываются на положениях теорий, управлении в организационно-технических системах, принятии решений, теории систем, автоматизации и управ-

ления, геоинформационном и математическом моделировании, а также методах интеллектуального анализа данных, математической статистики, комбинаторики, квалиметрии.

Основная часть. Десятилетний опыт работы на ГИС и моделирование геофильтрационных процессов показывает, что при информационном обеспечении технологии и процессе создания Big data на основе автоматизированного мониторинга выявились следующие вопросы [8] :

Субъективные: традиционная, исторически сложившаяся технология составления и использования картографических материалов в виде бумажных копий, баз данных выработала устоявшийся стереотип мышления. Использование электронных карт, адекватных бумажным копиям, вызвало дискомфорт у некоторых специалистов.

Методические: при подготовке исходных баз данных отсутствовали методические указания и нормы документации в интеграции автоматизированного замера параметров подземной гидросферы, извлечение информации из космических снимков. Моделирование геофильтрационных процессов стало проблемой для выбора программного продукта, на базе которого было необходимо создать массив больших данных.

Программные: оцифровка велась с помощью отсканированных и склеенных бумажных карт, а калибровка опорных точек и создание тематических слоев выполнялись с использованием программных продуктов MapInfo. В результате такой технологии появился свой аддитивный набор ошибок в точности позиционирования элементов слоя. Отсутствовала возможность связывать картографические данные с атрибутивными базами данных.

Процедурные: использовались устаревшие бумажные картографические материалы, а полевые измерения проводились без использования GPS и электронных тахеометров.

Коммуникационные: при создании коммуникационной сети пунктов наблюдения эффективной цифровой платформы – дефицитны приборы автоматизированных измерений гидрорежимных параметров, т.е. они не достаточно установлены по всей территории для телекоммуникационной передачи информации, а также не упорядочены для сбора и хранения данных в режиме реального времени по требованиям.

Широкие возможности для анализа и систематизации методов компьютерной цифровой картографии для выбора моделей построения стандартных графических материалов дает использование географических информационных систем (ГИС), на основании которых возможно создание базовой основы цифровых геологических, гидрогеологических и географических карт, схем территорий, проведение всех видов пространственного анализа геолого-географической, экологической и др. обстановки. Эта информация является исходной для формирования математической модели и проведения моделирования гидродинамики подземных вод (решение задач геофильтрации и геомиграции), т.е. гидрогеологического моделирования, гидродинамических методов оценки ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод, результаты которых тоже вводятся в базу больших данных [9].

Географические информационные системы позволяют комплексно использовать и интерпретировать большие объемы разнородных качественных и количественных данных, в т.ч. результаты моделирования, выявляют и оценивают диагностические признаки в условиях неоднозначности их связей с целевыми свойствами объектов картографирования, увеличивает степень извлечения информации из аэро- и космических снимков и повышает достоверность прогноза, обеспечивают оперативную информационную поддержку экспертных решений справочными, аналитическими и фактографическими данными, повышают эффективность труда, а также сокращают сроки работ.

В основу технологии ГИС изначально заложен принцип интеграции: каждый объект,

процесс или явление имеют свое расположение, часто местоположение является единственным очевидным связующим звеном между огромным объемом казалось бы несопоставимых фактов, наблюдений и информации, которую мы ежедневно получаем. Пространственные взаимоотношения позволяют получить общую картину реальности, помогают нам упорядочить имеющиеся данные, привести их к виду, удобному для осмысления и анализа. Она дает возможность предсказывать потребительское поведение точнее, чем это делает техник-наблюдатель. Во-первых, выявляется корреляция между поверхностными (каналы и реки) и подземными водами – набором его поведенческих характеристик и той или иной реакцией на уровень воды в скважине и минерализации, способы взаимосвязей с поверхностными. Во-вторых, аккумулируются большие данные – поиск статистически наиболее точных закономерностей формирования водных ресурсов в режиме реального времени. Это позволяет обработать больше данных автоматизированных измерений и предположений наблюдательской реакции на всех этапах гидрорежимных работ, а также «планировать» мониторинговую стратегию и, что не менее важно, постоянно ее совершенствовать – т.е. учиться на потоке событий [6].

Объемы обрабатываемых данных через Big Data постоянно растут за счет получения данных автоматизированных измерений гидрорежимных показателей подземной гидросферы и результатов математического моделирования геофильтрационных процессов, также и растет скорость ее обработки. Развитие этого направления вполне соответствует современному миру, стремительному и инновационному характеру, в т.ч. в жизненном цикле управления мониторингом подземных вод (рисунок 1). С развитием Big Data развивались и технологии локального информационного обмена в гидрогеологических исследованиях, а также создана постоянно пополняемая геоинформационная система тематических геолого-гидрогеологических цифровых карт.

Созданная система осуществляет передачу картографической информации из геобазы данных в локальную сеть. База данных охватывает всю территорию Узбекистана (рисунок 2), что соответствует региональному, стандартному и локальному уровням [8, 10]. Опыт создания базы гидрогеологических данных дает следующие возможности:

- ввод, хранение, анализ цифровой и текстовой информации, векторных и растровых изображений (схем, фотографии, видео);
- ручной и полуавтоматизированный ввод цифровой информации с автоматизированной проверкой качества вводимых данных;
- ввод информации с автоматизированных приборов полевых замеров;
- наличие средств статистического и графического анализа (диаграммы);
- вывод пространственно распределенных данных в виде колонок, схем, разрезов, графиков, карт и планов;
- двухсторонняя связь с известными универсальными ГИС (типа ArcInfo);
- производство любых выборок информации из базы данных и др.

Оценка состояния гидрогеологической среды, прогнозирование изменения гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, получение автоматизированных данных для выработки решений управленческого и рекомендательного характера требуют планирования научно-исследовательских работ, анализа и обработки большого количества мониторинговой, статистической, картографической и фактографической информации, в т.ч. и результатов модельных решений.

Этап планирования исключительно важен, так как именно он определяет, какие работы требуются, какое именно оборудование необходимо использовать для этого. К примеру, неправильно проведенные исследования могут привести к получению искаженных результатов. Именно на этапе планирования изысканий должна формулироваться логическая структура больших баз данных (рисунок 3), которая может выполняться только опытным специалистом, составляется общий план работ [8. 9].



Рисунок 1. Процесс использования Big Data в жизненном цикле управления мониторингом подземных вод

Этап планирования исключительно важен, так как именно он определяет, какие работы требуются, какое именно оборудование необходимо использовать для этого. К примеру, неправильно проведенные исследования могут привести к получению искаженных результатов. Именно на этапе планирования изысканий должна формулироваться логическая структура больших баз данных (рисунок 3), которая может выполняться только опытным специалистом, составляется общий план работ [8. 9].

Планирование логической структуры базы картографических данных очень эффективно при «активном» режиме мониторинга и поиске оптимального расположения новых наблюдательных сетей. С помощью устройств автоматизированного замера гидрогеологических параметров подземной гидро-сферы в их атрибутивной таблицу вводятся данные об уровнях и температуре подземных вод. В некоторых наблюдательных пунктах, ведущий замер на основе традиционного способа, в базу данных информация вводится вручную. На основе геоинформационных технологий строятся гидроизогипса, гидроизопьеза и гидроизотерма подземной гидросферы, что позволяет сформировать более релевантную картинку визуализации в условиях регионального масштаба, ее постоянно можно совершенствовать. Система использования больших данных делает ровно то же самое, но на основе информации из корпоративного фонда геоданных и программы локального обмена с помощью сбора открытых сведений об использовании в сети.

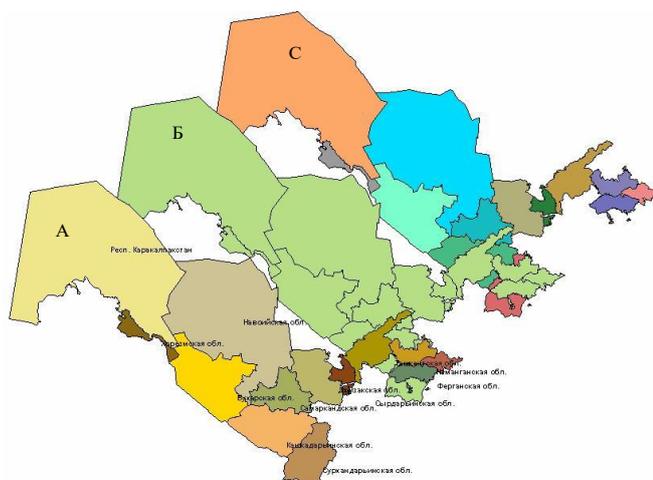


Рисунок 2. Схема гидрогеоинформационной модели подземных вод Узбекистана. Слой информационных данных масштаба А– 200000 (региональная); В– 1:100000 (стандартная); С– 1:10000 (локальная)

В дальнейшем планируется создание подобных геофильтрационных моделей по всей территории республики и по отдельным детальным участкам, представляющих практический интерес, а также их внедрение для решения народно-хозяйственных задач.

Информационно-коммуникационные технологии, современные компьютеры, в особенности электронные таблицы и базы данных, позволили нам легко и просто хранить и упорядочивать данные в больших масштабах. С внедрением автоматизированных измерений основных гидрорежимных параметров подземной гидросферы в интеграцию математического моделирования и геоинформационную технологию внезапно информация стала доступной при помощи одного щелчка мыши.

Технология Big Data позволяет обработать большой объем неструктурированных данных об окружающей среде, схематизировать и систематизировать их, проанализировать и выявить закономерности там, где человеческий мозг никогда бы их не заметил. Это открывает совершенно новые возможности по использованию данных, а также созданию гидрогеологической цифровой картографической системы на основе анализа и систематизации имеющихся тематических электронных карт для локального информационного обмена. Само понятие Big Data означает не просто большие горизонты и пласты данных. Это огромные хранимые и обрабатываемые массивы из сотен геолого-гидрогеологических схем, графиков и карт. Растровые данные, которые можно обработать и извлечь из них некоторое количество полезной информации, являются исходными данными для моделирования геофильтрационного процесса. К этим данным добавляется автоматизированное измерение уровня подземных вод в режимных наблюдательных скважинах и моделируется процесс фильтрации, придавая им динамический статус, с учетом временных параметров. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчетом, также допустимо называть его уровнем на указанный с ним момент времени. Во временном ряде для каждого отсчета должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку. Временной ряд существенно отличается от простой выборки данных, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем, а не только статистическое разнообразие и статистические характеристики выборки. Базовые математические алгоритмы, используемые в статистическом анализе, общие, учитывая соответствия между точками географической координаты физической и расчетной области.

В больших системах данные распределены по большому количеству подразделений и машин. В организации данные физически находятся на одном сервере, а обрабатываются на другом – расходы на передачу данных могут превысить расходы на саму обработку. Поэтому одним из важнейших принципов проектирования Big Data-решений является принцип локальности данных – по возможности обрабатываем данные на том же компьютере, на котором они хранятся. В модуле MapReduce – проводится распределенная обработка режимных данных, для обработки больших объемов информации на компьютерных кластерах. Чтобы результат был релевантным, средства данных ArcGIS, ArcInfo и MapInfo должны быть «совместимые» [4, 6].

На основе созданной системы для локального обмена и обмена знаниями – очень перспективное направление, от которого выигрывают обменивающиеся. При этом речь не идет о передаче конфиденциальных данных. Для анализа нужны схематические, картографические данные наблюдательных сетей и характеристики исследуемой области.

Обсуждение результатов. На основе Big Data рассматривается, не какой-то конкретный объем гидрорежимных данных и даже не сами данные, а методы и технологии их обработки, которые позволяют обрабатывать информацию. Эти методы можно применить как к огромным массивам данных - как (гидрогеологические карты или аэро- и космические снимки), так и незначительным информациям - как одноразовый замер данных. В интеграции геоинформационные и математические моделирования или же автоматизированные и

геотехнологические методы способны создать максимум комфортности обеспечив решение гидрогеологической проблемы.

Учитывая специфичность и сложность поставленных задач, от квалификации специалистов напрямую будет зависеть конечный результат – как проводимых гидрогеологических изысканий, так и непосредственное построение гидрогеологической модели. Взяв за основу данные гидрогеологических изысканий, выполненных на участке работ проектируемого объекта, а также прошлые исследования и наблюдения, впоследствии разрабатывается математическая модель полномасштабного взаимодействия объекта с окружающей средой и прилегающими территориями, его влияние на гидрогеологическое состояние местности. Произведя математический расчет данных исследования, моделируется сбалансированная картина гидрогеологических условий и прогнозирование поведения гидрогеологического режима на периоды срочной и долгосрочной эксплуатации возводимого объекта. Прогнозирование влияния объекта на гидрогеологическую обстановку также изучается методом гидрогеологического моделирования геофильтрационных процессов. Она включает в себя следующие составляющие [9, 10]:

- изменение направления и уровень наполнения грунтовых вод, фильтрация, пористость, проводимость и др.;
- исследование распространения и сосредоточенности загрязняющих веществ или концентрации;
- скорость геофильтрации и перпендикулярный обмен граничащих горизонтов, а также уровень протекции грунтовых вод от загрязнения и др.

Гидрогеологическое моделирование позволяет спрогнозировать затраты на возведение объекта, что является крайне немаловажным фактором в условиях современного, прогрессивно развивающегося рынка строительства. При правильной организации гидрорегимных гидрогеологических научно-исследовательских работ обеспечивается высокий уровень данных инфраструктур. Повышение производительности наблюдательных работ при гидрогеологическом мониторинге усвершенствуется на базе создания принципиально новых технологий типа Big Data. Оптимальное управление водными ресурсами происходит на основе отработанных интерфейсных решений, основанных на комплексной механизации и автоматизации всех трудоемких работ, обеспечивающих кардинальное решение проблемы безопасности гидрорегимных работ. Это может быть достигнуто на базе научных исследований по преобразованию многооперационных процессов в интеллектуальные с автономным автоматическим управлением.

Для того, чтобы быстрее реагировать на изменения природной среды, получить конкретную информацию, повысить эффективность производства, нужно получить, обработать и проанализировать огромное количество данных, а также оптимизировать базу данных, причем в системе реального времени. Для работы с такими объемами информации авторы вынуждены модернизировать инструменты, анализируя все данные.

Следовательно, общим для решения задач, выполняемых в комплексе гидрогеологических исследований выявляется: создание и внедрение технологии Big Data, введение данных в атрибуты; сформулированные основных принципов работы, изучение гидрогеологических условий района месторождения; всесторонняя оценка этих условий и выполнение необходимых гидрогеологических прогнозов и обоснований, обеспечивающих эффективное выполнение поисково-разведочных работ; объективное геологическая оценка месторождения и обоснование наиболее благоприятных условий.

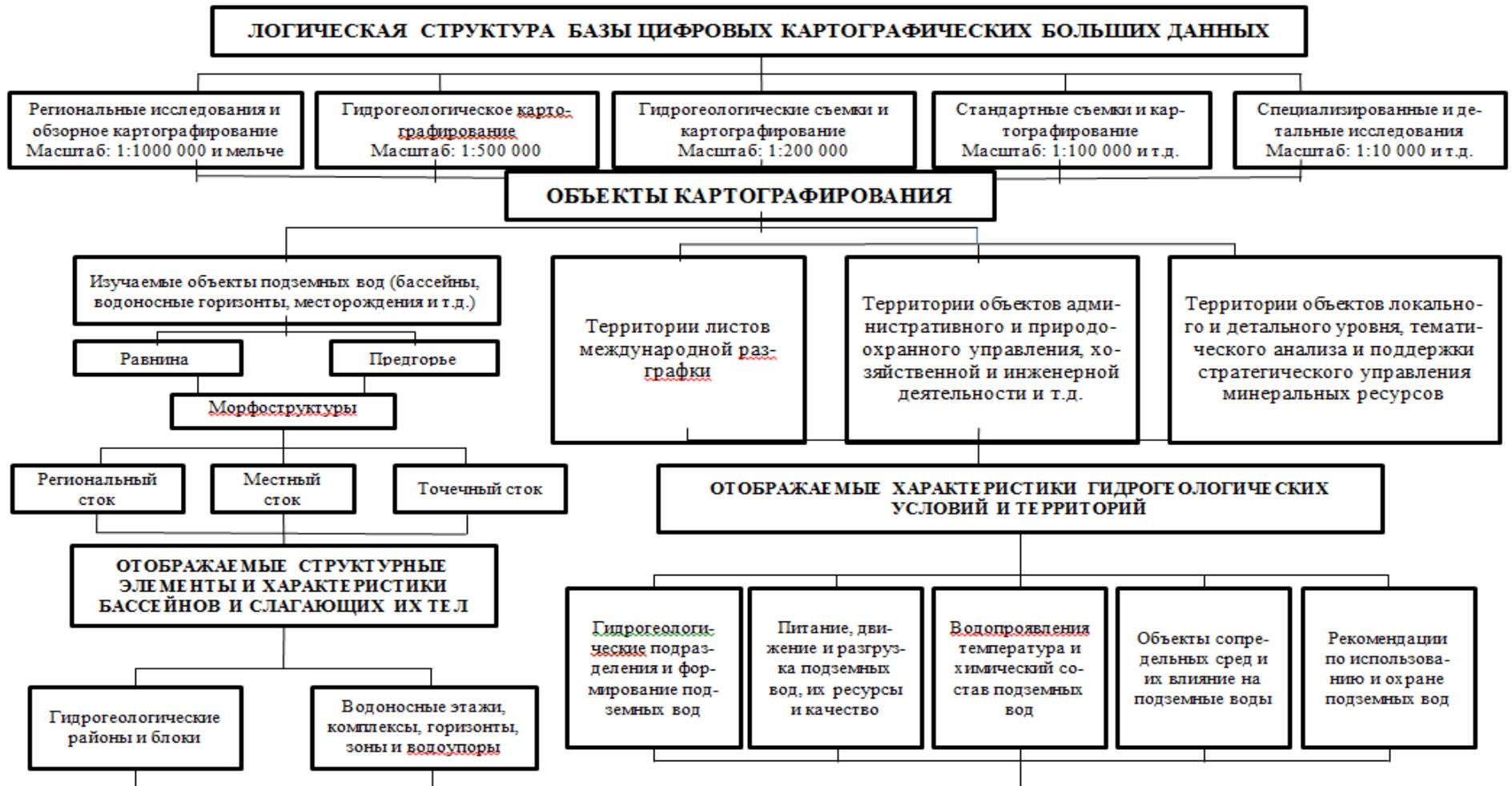


Рисунок 3. Схема логической структуры гидрогеологической картографической базы больших данных.

С ростом возможности частоты замеров устройств автоматизированных измерений уровней подземных вод, повышением параметров замера и увеличением числа наблюдательных пунктов режимных станций, через каждые два месяца мы создаем столько данных и тематических схем и карт, сколько мы получили с самого начала режима вплоть до 2000 года. Объемы неоднородной и быстро поступающей цифровой информации обработать традиционными инструментами невозможно. К 2020 г. объем доступной цифровой информации возрастет примерно в 5 раз.

Огромный объем гидрорежимных данных обрабатывается для того, чтобы специалисты могли получить конкретные и нужные им результаты для их дальнейшего эффективного применения. В настоящее время ситуация изменилась в двух аспектах:

– появились более всеобщие технологии как Big Data, инструменты и методы для анализа, а также сопоставления различных наборов данных;

– инструменты анализа дополнились множеством новых источников данных, что обусловлено повсеместным переходом на цифровые технологии, а также новыми методами автоматизированного сбора и измерения данных.

Исследователи прогнозируют, что технологии Big Data активнее всего будут применяться в производстве, геоэкологии, коммуникации, здравоохранении, торговле, госуправлении и других различных сферах и отраслях.

Заключение. Big Data в гидрогеологических исследованиях – это совокупность технологий обработки геолого-гидрогеологических данных для получения информации о принятии решений. В нынешнее время невозможно представить строительство объектов любого масштаба и назначения без проведения гидрогеологического исследования. Создание двух – или трехмерной модели гидрогеологической обстановки позволяет получить полную картину условий исследуемой местности; оценить состояние грунтовых вод в объекте, влияние противофильтрационных мероприятий на уровни подземных вод; прогнозировать изменение уровня грунтовых вод в ходе строительства, риски подтопления и т. д. Построение гидрогеологической модели местности целесообразно начинать с самых ранних этапов строительства, впоследствии более детально уточняя модель на более поздних стадиях.

Во всех случаях в этих признаках подчеркивается, что определяющей характеристикой для больших данных является не только их физический объем, но другие категории, существенные для представления о сложности задачи обработки и анализа данных. Чем больше мы знаем о том или ином предмете или явлении, тем более достоверно сможем достичь нового понимания и предсказать, что произойдет в будущем. В ходе сравнения большего количества точек данных возникают взаимосвязи, которые ранее были скрыты, и эти взаимосвязи позволяют нам учиться и принимать более взвешенные решения. Чаще всего это делается с помощью процесса, который включает построение моделей на основе больших данных, которые мы можем собрать, и дальнейший запуск имитации, в ходе которой раз настраиваются значения точек данных и отслеживается то, как они влияют на наши результаты.

Резюмируя применение Big Data в гидрогеологических исследованиях можно сказать, что оно содержит большие данные, улучшает процесс, научно-исследовательских работ, технический отчет, где в полной мере отражены данные о структуре территории, расчеты и выводы, полученные в ходе гидрогеологических работ. Таким образом, можно добиться максимального сбора данных и максимальной точности прогнозирования изменения гидрогеологического состояния окружающей среды и ее влияния на объект, как на этапе строительства, так и в перспективе долгосрочной эксплуатации уже готового объекта.

Литература

- [1] Джуманов Ж.Х. Геоинформационные технологии в гидрогеологии. -Т.: ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 2016. -258 с.
- [2] Мавлонов А.А., Джуманов Ж.Х. Гидрогеоинформационная модель подземных вод в геоинформационных системах//Геология и минеральные ресурсы. –Т. 2006. № 2. С.55-59.
- [3] Хабибуллаев И., Джуманов Ж.Х. Об информационно-коммуникационной технологии в гидрогеологии. Геология и минеральные ресурсы. –Т.: 2014. № 1. С.48-54.
- [4] Веретенников А.В. Big Data: анализ больших данных сегодня. -М.: Молодой ученый, 2017. - № 32. С. 9-12.
- [5] Джуманов Ж.Х. Особенности компьютерной технологии при создании и использовании гидроинформационных моделей подземных вод// Гидрогеологические исследования в Узбекистане. Тр. посвящ. 50-летию гидрогеологической службы Узбекистана. –Т.: 2007. С.134-138.
- [6] Иванов П.Д., Вампилов В.Ж. Технологии Big Data и их применение на современном промышленном предприятии// Инженерный журнал: наука и инновации. 2014, Вып. 8.
- [7] Тиндал Сьюзен. Большие данные: все, что вам необходимо знать. PCWeek/RE, 2012. -№ 25 (810).
- [8] Мавлонов А.А., Джуманов Ж.Х., Мирахмедов Т.Д. К вопросу организации гидрогеоинформационной модели подземных вод (на примере г.Ташкента и Хорезмской области)// Вестник НУУз. –Т.: Университет. 2009. -№ 4/1. С.80-86.
- [9] Djumanov J.X. Mathematical modeling of geofiltration of processes of the regional hydrogeological systems //Vienna, Austria. European Science Review. -2016. -№ 11-12. P 28-33.

TO THE QUESTION OF THE PRACTICAL APPLICATION OF «BIG DATA» IN HYDROGEOLOGICAL RESEARCH

J.X. DJUMANOV¹

Head of the Department of Computer Systems, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorezmi, Doctor of Science technics, Professor.

Z.Z. MIRYUSUPOV²

Associate Professor the Department of Computer Systems, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorezmi, Ph.D.

R.A. YUSUPOV³

Senior Lecturer, Computer Systems Department, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorezmi

SH.A. AKHRALOV⁴

Assistant of the Department «Computer Systems» of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorezmi

X.C. EGAMBERDIEV⁵

Senior Lecturer, Department of Information and Educational Technologies, Karshi Branch, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorezmi..

E.A. ANORBOEV⁶

Researcher State Enterprise "Institute of HYDROENGEO" of the State Committee on Geology of the Republic of Uzbekistan

Tashkent University of Information Technologies

E-mail: jamolijon@mail.ru

Abstract. In the article have possibilities of using modern tools for working with large volumes of data, the use of Big Data with a wide variety of their structures, geofiltration modeling and automated groundwater level measurement for research problems of hydrogeological monitoring are considered.

Keywords: Big Data, monitoring of the underground hydrosphere, automated measuring devices, geoinformation software, mathematical model, hydrogeological process.