

Понижение в расчетных блоках модели составило 38,5 м, при переходе от расчетного блока к скважине дополнительное понижение уровня подземных вод составило 2,6 м. Таким образом, полное понижение уровня не превысило 41,1 м.

При анализе результатов численного моделирования выявлено, что длительная эксплуатация подземных вод продуктивного водоносного горизонта оказывает влияние на вышележащие слои. Так, понижение во втором слое модели составило 11,8 м, в первом слое достигло трёх метров.

При исследовании плановой фильтрационной неоднородности на работу водозабора сделаны следующие выводы:

на участке модели, где значение горизонтального коэффициента фильтрации на порядок выше исходного, понижение уровня минимально, так как создаются благоприятные условия для быстрого восстановления уровня подземных вод;

на участке модели, где значение горизонтального коэффициента фильтрации на порядок ниже исходного, понижение максимально, и почти в 2 раза превышает величину первично полученного понижения. На этой территории движение воды затруднено, так как низкий коэффициент водопроводимости препятствует быстрому восстановлению уровня.

При исследовании влияния проницаемости раздельного слоя на работу водозабора установлено, что изменение горизонтального коэффициента фильтрации никак не влияет на картину общего понижения. Таким образом, проанализировав поведение вертикального коэффициента фильтрации в раздельном слое, можно сделать вывод о том, что понижение уровня подземных вод в значительной степени зависит от его величины. Это требует дополнительного учёта на модели проницаемости раздельного слоя, данных о которой практически нет. Предлагается использовать численную модель на этапе эксплуатации водозабора в сочетании с развитием сети режимных скважин для наблюдения динамики уровней в верхнем водоносном горизонте. Это позволит уточнить прогнозные расчёты при последующей переоценке запасов подземных вод.

Выводы:

При повторном численном моделировании воспроизведены условия с разными значениями фильтрационных параметров (горизонтального и вертикального коэффициентов фильтрации).

Моделирование показало, что рассчитанное понижение в большей степени зависит от вертикального коэффициента фильтрации заданного в раздельном слое. Вариации горизонтального коэффициента фильтрации, заданного в верхнем и нижнем слоях модели, слабо сказываются на изменении расчётного понижения уровней.

Дополнительные наблюдательные скважины в верхнем водоносном горизонте позволят скорректировать численную модель для последующей переоценки запасов подземных вод.

Стремление использовать современные вычислительные технологии в работах по подсчету запасов должно быть обеспечено информационно, до начала постановки работ по подсчету запасов подземных

#### Литература

1. Chiang W.H., Kinzelbach W., 1998, Processing Modflow: A simulation system for modeling groundwater flow and pollution, US Geological Survey.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 358 с.
3. Степанова Т.Л. Отчёт по поискам подземных вод для водоснабжения районного центра г. Колпашево Томской области. - Фонды АО «Томскгеомониторинг».

## ВОДА – ОСНОВА ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Нгуен Ван Ву

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наша Земля из космоса выглядит как голубая планета. И это не случайно. Ведь большая часть ее поверхности покрыта водой, благодаря которой на Земле возможно существование жизни.

Огромная роль воды в жизни человека и природы послужила причиной того, что она была одним из первых соединений, привлёкших внимание ученых. Глубокие философские обобщения привели человечество к необходимости познания физической и химической природы воды. Тем не менее, изучение воды еще далеко не закончено.

Раскрыть ее секреты до конца еще не удалось никому. Человечество упорно в длительном борении за истину, объединяя знания поколений, постепенно открывало все новые и новые специфические особенности этой загадочной жидкости, «сока Жизни».

#### Аномальные свойства воды

Ученые согласны в том, что вода является одним из самых трудных объектов исследования, так как прежде всего в воде всегда есть примеси и что она обладает кооперативным характером взаимодействия ее молекул.



Рис. 1. 71 % поверхности Земли покрывает вода

В 1783 году выдающиеся экспериментаторы Генри Кавендиш (1731-1810) и Антуан Лавуазье (1743-1794) установили, что вода состоит из двух газов: водорода и кислорода и соотношение их выражается формулой  $H_2O$ .

Еще в первой половине XIX века натуралисты обнаружили, что некоторые из характеристик воды нарушают общепринятые законы природы, что они являются доказательством того, что вода была сотворена ради существования жизни. Позже известным русским ученым Дмитрием Менделеевым была составлена периодическая таблица, на основании которой он предсказал существование еще неизвестных науке элементов, а также свойства этих элементов и их соединений. Так вот оказалось, что вода не признает никаких закономерностей этой периодической системы.

Вода при нормальных условиях находится в жидком состоянии, тогда как аналогичные водородные соединения других элементов являются газами ( $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ). Атомы водорода присоединены к атому кислорода, образуя угол  $104,45^\circ$  ( $104^\circ27'$ ). Из-за большой разности электроотрицательностей атомов водорода и кислорода электронные облака сильно смещены в сторону кислорода. По этой причине молекула воды обладает большим дипольным моментом ( $\mu = 1,84$  Д, уступает только синильной кислоте). Каждая молекула воды образует до четырех водородных связей — две из них образует атом кислорода и две — атомы водорода. Количество водородных связей и их разветвленная структура определяют высокую температуру кипения воды и её удельную теплоту

парообразования. Если бы не было водородных связей, вода, на основании места кислорода в таблице Менделеева и температур кипения гидридов аналогичных кислороду элементов (серы, селена, теллура), кипела бы при  $-80^\circ C$ , а замерзала при  $-100^\circ C$ . Вода замерзает при  $0^\circ C$  и кипит при  $100^\circ C$ . И это далеко не все, что делает воду уникальным веществом. «Ненормальные» температуры плавления ( $0^\circ C$ ) и кипения ( $+100^\circ C$ ) воды далеко не единственная ее аномальность.

Для всей биосферы исключительна важной особенностью воды является ее способность при замерзании увеличивать, а не уменьшать свой объем, т.е. уменьшать плотность. Действительно, при переходе любой жидкости в твердое состояние молекулы располагаются теснее, а само вещество, уменьшаясь в объеме, становится плотнее. Да, для любой из необозримо разных жидкостей, но не воды. Вода и здесь представляет исключение. При переходе в твердое состояние молекулы воды упорядочиваются, при этом объемы пустот между молекулами увеличиваются, и общая плотность воды падает, что и объясняет меньшую плотность (большой объем) воды в фазе льда. При испарении, напротив, все водородные связи рвутся. Разрыв связей требует много энергии, отчего у воды самая большая удельная теплоёмкость среди прочих жидкостей и твердых веществ. Для того чтобы нагреть один литр воды на один градус, требуется затратить 4,1868 кДж энергии. Благодаря этому свойству вода нередко используется как теплоноситель. Помимо большой удельной теплоёмкости, вода также имеет большие значения удельной теплоты плавления (333,55 кДж/кг при  $0^\circ C$ ) и парообразования (2250 кДж/кг).

#### Биологическая роль воды

Вода играет уникальную роль как вещество, определяющее возможность существования и саму жизнь всех существ на Земле. Она выполняет роль универсального растворителя, в котором происходят основные биохимические процессы живых организмов. Уникальность воды состоит в том, что она достаточно хорошо растворяет как органические, так и неорганические вещества, обеспечивая высокую скорость протекания химических реакций и в то же время — достаточную сложность образующихся комплексных соединений.

Благодаря водородной связи, вода остаётся жидкой в широком диапазоне температур, причём именно в том, который широко представлен на планете Земля в настоящее время.

Поскольку у льда плотность меньше, чем у жидкой воды, вода в водоёмах замерзает сверху, а не снизу. Образовавшийся слой льда препятствует дальнейшему промерзанию водоёма, это позволяет его обитателям выжить.

#### Вода - условие жизни

Жизнь возникла, развилась и процветает в море. Несмотря на то, что живые организмы вышли из него и оккупировали наземные и воздушные пространства, но никто не получил подлинную независимость от воды. Как правило, организмы состоят от 70 до 90 % из воды. В самом деле, нормальная метаболическая активность возможна только тогда, когда клетки, по крайней мере, на 65 % состоят из  $H_2O$ .

Таким образом, вода имеет исключительно важное значение в истории нашей планеты. Пожалуй, никакое другое вещество не может сравниться с водой по своему влиянию на ход тех величайших изменений, которые претерпела Земля за многие сотни миллионов лет своего существования.

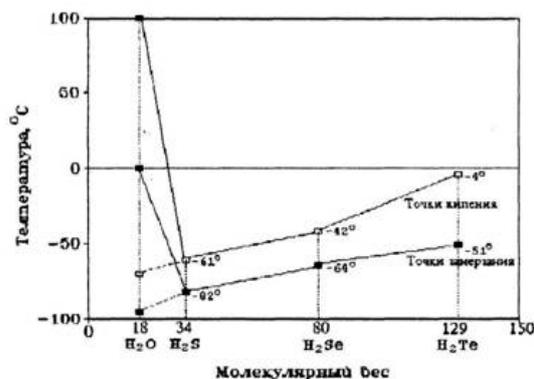


Рис. 2. Аномалии точек кипения и замерзания воды по сравнению с другими соединениями водорода

## Литература

1. Ларионов А.К. Занимательная гидрогеология. – Москва: Недра, 1979. — С. 5–12. — 157 с.
2. Аномальные свойства воды [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.prostovoda.net/anomalnye-svoystva-vody](http://www.prostovoda.net/anomalnye-svoystva-vody).
3. Вода [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вода>.
4. Петрянов И.В. Самое необыкновенное вещество // Химия и жизнь., 1965. — № 3. – С. 2–14.

**ОТКРЫТЫЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ: МЕТОДИЧЕСКИЙ БАЗИС И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ****А.В. Паршин<sup>1,2</sup>, С.А. Шестаков<sup>2</sup>, А.В. Блинов<sup>1</sup>**Научный руководитель доцент Л.И. Аузина<sup>1</sup><sup>1</sup>*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Институт геохимии им А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия*

Значимость задачи поисков месторождений подземных вод на объектах нефтегазового комплекса Восточной Сибири в последнее время особенно высока, поскольку в связи с реализацией последних газовых проектов, ориентированных на рынок Китая, ранее принятые технологии эксплуатации месторождений нефти, предполагающие закачку газа в пласты, в настоящее время пересмотрены в сторону замещения газа водой. В районах крайнего Севера, отличающихся весьма низкой степенью геолого-гидрогеологической изученности, определение местоположения гидрогеологических скважин представляет значительную сложность и часто не приносит желаемого результата. В связи с этим оптимизация размещения поисково-разведочных скважин на воду на нефтегазовых месторождениях является весьма актуальной задачей. Наибольший геологический и экономический эффект возможно достичь путем создания системы прогнозирования наиболее перспективных на воду участков, которая была бы применима на самых ранних стадиях поисково-оценочных работ. Для решения геологической задачи такая система требовала бы минимального количества полевой информации за счет максимального использования априорной или оперативно получаемой информации: архивных и литературных источников и данных дистанционного зондирования Земли.

В настоящее время на первых этапах поисково-оценочных работ производится предполевой анализ информации, занимающий от трех до шести месяцев. Картографические материалы, которые собираются на этом этапе, в классическом подходе не используются для получения синтезированной прогнозной информации, а применяются только в качестве разрозненной картографической основы проекта, который в дальнейшем сдается в фонды. На современном уровне изученности ряда перспективных на нефть районов Восточной Сибири, такая информация не является прямым навигатором поисков, поскольку в силу слабой изученности рассматриваемого района выделение зон повышенной водообильности для последующего бурения по прямым гидрогеологическим признакам, отраженным на геологических и прочих картах практически невозможно. В связи с этим использован принцип оптимизации поисково-разведочного бурения на базе комплексных показателей, определение которых производится по косвенным показателям методом экспертных оценок [1]. Анализ имеющегося по сходным территориям материала и результаты проведенных полевых работ на ГКМ Восточной Сибири позволили выделить ряд таких показателей и факторов, влияющих на водообильность перспективных подразделений и не представляющих особой сложности при их определении. Для сбора, хранения и обработки информации создана геоинформационная технология, которая реализует методическую основу поисково-оценочных работ по этапам.

С момента начала работ по проекту производится процесс оцифровки и векторизации архивной информации из отчетов по изучаемому участку и соседним с ним площадям, топографическим картам; геологическим картам; открытой космической информации и аэрогеофизическим исследованиям. Векторные данные из разных листов сводятся в единые слои. Для геологических карт принимается единая классификация структурно-вещественных комплексов. Эта информация позволяет сформировать первоначальную цифровую основу для разработки маршрутов аэровизуальных наблюдений и полевых обследований, картографического обеспечения камеральных и полевых работ на первых стадиях. Сформированный ГИС-проект включает векторные тематические слои данных, включающие геологическое строение, рельеф, гидросеть, гидродинамические показатели и фильтрационные параметры водовмещающих отложений перспективных гидрогеологических подразделений по эталонным участкам, структурно-вещественные комплексы, тектонические нарушения и т.д., всего более пятидесяти слоёв. Столь большое их количество информации без сомнения крайне неудобно для визуального анализа, в связи с чем целесообразна его генерализация до нескольких высокоинформативных интегральных показателей с помощью математико-картографического аппарата ГИС [3]. Результаты аэровизуальных наблюдений, включающие фото- и видеодокументацию и комментарии экспертов, также обеспечиваются координатной привязкой и загружаются в базу данных проекта. Наряду с решением обычных задач, это позволяет выделить границы эталонных участков, на которых проявлены процессы или имеются объекты, которые требуется картировать для выполнения последующих расчетов комплексных показателей перспективности (такие, как наледи, болота и т.д.). Наличие этой эталонной информации позволяет выполнить обоснованное дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли.

На основе этой информации в соответствии с алгоритмами [2], были выполнены расчеты косвенных показателей перспективности участков территории, таких, как модуль трещиноватости, картографическое представление кластерного анализа, аквальные морфоскульптурные показатели и др. (рис. 1). Расчеты выполнены как для изучаемого участка, так и для участков-аналогов, что в дальнейшем позволяет классифицировать картографические представления опираясь на эталоны и районировать изучаемый участок. На данный момент