

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию на соискание ученой
степени кандидата геолого-минералогических наук**

Егорова Тимофея Сергеевича

**на тему: «Формирование и оценка ресурсов подземных вод
восточной части Печорского артезианского бассейна»
по специальности 1.6.6 – «Гидрогеология»**

Актуальность избранной темы

Методические подходы к изучению закономерностей формирования ресурсов подземных вод разрабатываются последние 100 лет (с 30-х годов 20-го века). С периодичностью в 15-20 лет появляются новые нормативные и методические документы, посвященные запасам и ресурсам подземных вод. В настоящее время действует Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод (2007 г.), которая включает 3 категории прогнозных ресурсов P_1 , P_2 , P_3 подземных вод, причем, в соответствии с (Боревский Б.В., Язвин А.Л., 2020) категории P_2 , P_3 соответствуют категории региональных геологических работ, а P_1 – стадии поисков. Региональная оценка ресурсов выполняется при мелкомасштабной гидрогеологической съемке и картографировании. Восточная часть Печорского артезианского бассейна (АБ) является слабоизученной с точки зрения закономерностей формирования ресурсов подземных вод. Региональная оценка ресурсов для этой территории позволит обосновать возможность более широкого использования подземных вод для водоснабжения (как питьевого, так и технического), что является, несомненно, актуальной задачей.

Научная новизна основных результатов диссертационной работы

Автором систематизированы методические документы и научная литература, посвященная изучению прогнозных ресурсов и запасов

подземных вод, дан обзор результатов работ по оценке прогнозных ресурсов подземных вод Печорского АБ, выполненных в предыдущие годы.

Проанализированы геолого-гидрогеологические условия восточной части Печорского АБ, установлено, что выбор концепции осадконакопления для отложений четвертичного возраста (гляциолистическая или маринистская) оказывает влияние на гидрогеологические параметры, которые используются для оценки ресурсов подземных вод. Автором обоснован выбор гляциолистической концепции осадконакопления как с геологических, так и с гидрогеологических позиций. С использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) определены 4 основных типа ландшафтов, характерных для восточной части Печорского АБ. Выделенные ландшафты были заверены во время выполнения полевых работ, каждому ландшафту соответствуют различные условия питания подземных вод.

Автором предложена концепция и архитектура «Структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации» (СФГИ). Такой фонд создается на основе существующей геоинформационной системы (ГИС) (ArcInfo, QGIS и т.д.) и содержит фактографический фонд и картографический фонд, причем фактографический фонд существует в виде отдельной базы данных и связан с картографическим с помощью эталонной базы знаков.

Принципы формирования СФГИ были применены при оценке прогнозных ресурсов подземных вод восточной части Печорского АБ, построен комплект карт, на основе которого выявлены продуктивные и перспективные гидрогеологические подразделения. Был использован большой массив данных о месторождениях подземных вод, лицензионных участках и т.д.

С помощью численного геофильтрационного моделирования выполнена региональная оценка ресурсов подземных вод восточной части Печорского АБ. Адекватность модели доказана путем решения обратной задачи, воспроизводящей ситуацию 2016 года. Оценка достоверности модели выполнена по уровням подземных вод (допустимой невязки между уровнями).

Откалиброваны: величина интенсивности перетекания для разных типов ландшафта, проницаемость подрусловых отложений, величина проводимости чиривнского водоносного горизонта.

Прогнозное моделирование было направлено на оценку изменения ситуации при реализации двух сценариев: максимального водоотбора на всех участках с утвержденными запасами и максимальный водоотбор на месторождениях с одновременной оценкой перспективных ресурсов подземных вод по категории P_1 . По результатам моделирования были установлены изменения балансовых составляющих при реализации различных сценариев, в частности оценка ущерба речному стоку. Установлено, что прогнозные ресурсы на участках с утвержденными запасами составляют 72 тыс. м³/сут, то есть больше утвержденных запасов в 14 раз. Выполнена оценка потенциальных ресурсов подземных вод Усинского района по категориям P_2 , P_3 методом «больших колодцев» без учета латерального потока, определён минимальный размер блока, при котором корректна постановка задачи в таком виде.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Все выдвигаемые научные положения достаточно хорошо обоснованы, достоверность полученных диссертантом результатов, выводов и рекомендаций подтверждается результатами численного решения геофильтрационных задач. Точность решения таких задач повышается при использовании предложенного автором алгоритма обработки данных ДЗЗ для определения типа ландшафта, условий питания подземных вод. Схема гидрогеологической стратификации, предложенная автором для Печерского АБ, позволила уточнить геофильтрационную схематизацию в разрезе.

Практическая ценность диссертационной работы

Выполненные автором работы по районированию, выделению различных типов ландшафта, гидрогеологической стратификации позволили оценить прогнозные ресурсы восточной части Печерского АБ по категориям

P₁-P₃. Учитывая потенциальный рост потребности в воде как питьевого, так и технического качества, при развитии нефтедобывающего сектора, эти работы имеют важное практическое значение для составления планов развития региона.

Замечания

1. В актуальности указано, что оценка ресурсов подземных вод необходима в связи с интенсификацией работ по повышению нефтеотдачи. В тексте работы указывается, что на ряде участков выполнена переоценка запасов подземных вод, причем такая переоценка направлена на сокращение запасов, так как запасы не востребованы. Есть ли какие-то данные, обосновывающие востребованность подземных вод на перспективу?
2. Автором во «Введении» ставится 7 задач, что представляется избыточным, причем многие задачи являются скорее названиями глав отчета о НИР, чем задачами научной работы.
3. Защищаемые положения в тексте работы по главам не приводятся, в автореферате и во введении не показано, в каких разделах обосновывается какое из защищаемых положений. Выводы по главам отсутствуют.
4. Определение практической значимости содержит противоречивые утверждения: результаты получены впервые, но при этом они детализируют предыдущие региональные исследования.
5. В тексте работы часто сложно установить авторство формул и рисунков, например, авторство формул 1.1.-1.6, 4.1-4.9 (причем часть формул буквально повторяются в разных разделах). Из текста создается впечатление, что их вывел автор. Это же касается рисунков 1.1, 1.3, чье авторство не указано. Часть карт лишены легенды (рис. 2.2) и масштаба (рис. 2.1)
6. Непонятно, почему именно так соотносятся между собой запасы и ресурсы на рис. 1.1 (корреляционная схема классификаций запасов и

- (ресурсов) подземных вод, действующих в различное время). По-видимому, это переделанная схема из работы (Боревский, Язвин 2020), где категории запасов соотносятся с видами геологических работ.
7. Утверждается (с. 24), что «область формирования дебита каждого водозаборного сооружения в сетке будет ограничена как бы непроницаемой стенкой». Непонятно, 1) почему при $t \rightarrow \infty$ (неограниченный срок эксплуатации) первой частью уравнения (1.2) можно пренебречь; 2) почему на месте «непроницаемой стенки» появляется радиус питания и подсчет прогнозных ресурсов выполняется по формуле Дюпюи (1.3).
 8. Рис. 1.4 оставляет впечатление незавершенности: 1) блок «методы оценки» с повисшими двумя стрелками; 2) «модельные схемы гидрогеологических параметров» нигде не используются; 3) все расчеты ограничиваются простейшей схемой; 4) некорректное название «Схема построение карты прогнозных ресурсов подземных вод при выполнении региональных гидрогеологических работ».
 9. Табл. 2.5. Многие значения проводимости представляются неправдоподобными: $q=0,2$ л/(м*с), $km=137,4$ м²/сут; $q=0,0055$ л/(м*с), $km=18$ м²/сут. Диапазон изменения емкости составляет 3 порядка: от 0,04 до $5 \cdot 10^{-5}$. Объяснения такого разброса не приводятся.
 10. Рис. 2.22. Нет условных обозначений, что обозначается латинскими буквами (O, C, R) с индексами?
 11. Из раздела 2.4. непонятно, как влияет тип ландшафта на питание чирвинского водоносного горизонта (нет диапазонных оценок), в дальнейшем становится понятно, что «интенсивность перетекания зависит от ландшафта и составляет от 1 до 30 % от среднегодовой суммы осадков», но критерии выделения зон с различным значением перетекания и его числовыми характеристиками не приведены. Представляется, что этот вопрос недостаточно изучен, например, на работы С.О. Гриневского есть всего одна ссылка на статью 2010 г.

12. Раздел 3.6 называется «Фактографический фонд как основа формирования базы модели необходимыми параметрам», видимо имеется в виду наполнение модели параметрами?
13. Автором предлагается при создании структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации использовать и СУБД MS Access, и ГИС ArcGIS. Геоинформационная система ArcGis содержит в себе и СУБД, позволяет масштабировать информацию, создавать веб-интерфейсы с ограничениями для различных уровней пользователей. Целесообразность ведения отдельной базы в MS Access вызывает сомнения.
14. В главе 4 в формулах отсутствуют размерности. Взаимосвязь с рекой (q_p) рассматривается для напорного чирвинского горизонта, хотя глубина его залегания гораздо больше глубины вреза рек. Режим дождевания в случае отрыва уровня от дна реки не предусматривается.
15. Автор утверждает, что проводимость отложений руслового экрана меняется от $250 \text{ м}^2/\text{сут}$ до $2000 \text{ м}^2/\text{сут}$, при этом чирвинский водоносный горизонт отделен от рек тимано-уральским относительно водоупорным горизонтом мощностью порядка 50 метров. Такая проводимость русловых отложений соответствует коэффициенту фильтрации от 0.25 до 2 м/сут, то есть русловые отложения вместе с водоупором имеют проводимость выше, чем основной водоносный горизонт, что представляется весьма маловероятным.
16. Неудачные обозначения предлагаются для вводимых автором эмпирических коэффициентов T_r и T , которые зависят от проводимости подрусловых отложений и положения скважины, соответственно. Тем более, что поправки на понижение в скважине в зависимости от фильтрационных характеристик и размеров расчетных блоков хорошо известны и приводятся, в том числе, и в работе Р.С. Штенгелова, на которую ссылается автор.

17. В принципе не очень понятен раздел 4.2.1 «Моделирование геофильтрации и численный метод», если в итоге используется хорошо зарекомендовавшая себя система «ModTech». Если это какие-то авторские дополнения к ней, то их следовало бы как-то обозначить.
18. Сопоставление величины питания (перетекания) и бокового притока некорректно, поскольку чем больше блок, тем в большей степени возможный боковой приток трансформируется в тот расход, который поступает в результате перетекания. При этом в балансе он никуда не исчезает. В пределе можно представить, что расчет ведется для одного блока, суммарная величина питания в пределах которого будет задана вообще без какой-либо погрешности, которую автор считает недопустимой.
19. Зависимость потенциальных ресурсов от размера расчетного блока (изменение в 3 раза), представленная на рис. 4.10, необъяснима с позиций динамики подземных вод. Скорее всего, это погрешность, которая вносится при сеточной разбивке. Площадь модели при достаточно изометрической форме — это квадрат со стороной 75 км. При размерах блока 30 км модель содержит 4 расчетных блока. Тут могут быть любые ошибки, связанные, скорее всего, с неправильным заданием питания и аппроксимацией границ.

Общее заключение

В целом диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение важной задачи – оценка ресурсов подземных вод восточной части Печорского артезианского бассейна.

Работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных литературных источников, который включает 160 наименований. Объем работы составляет 168 страниц машинописного текста. Диссертация написана ясным, логичным языком, оформление работы хорошее.

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:
25.00.07 Гидрогеология

Адрес места работы:

620075, Россия, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мамина-
Сибиряка, д. 58, каб. 505, лаборатория геоинформационных и цифровых
технологий в недропользовании
Тел.: +73433507149; e-mail: direct@igduran.ru

Подпись сотрудника ИГД УрО РАН
Рыбникова Петра Андреевича
Удостоверяю



10.11.2023