ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Токарева Игоря Владимировича «Изотопная реконструкция происхождения, эволюции и оценка текущего состояния водно-ледовых объектов», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология

На протяжении более чем полувековой истории изотопно-геохимические методы стали важнейшими инструментами в геологических науках, позволяя определять происхождение геологических образований, устанавливать их возраст и оценивать скорость и направление процессов в геосферах. В гидрогеологических исследованиях их применение значительно углубило понимание основных механизмов функционирования гидро- и криосфер. В ряде исследований было показано, что использование изотопных трассеров для решения прикладных задач позволяет получать принципиально новую информацию о водно-ледовых объектах по сравнению с традиционными подходами. Тем не менее, существует ряд нерешенных проблем, касающихся объяснения некоторых наблюдаемых изотопных эффектов. К ним относятся: недостаточное понимание условий, при которых формируются изотопные сигналы в подземных крио- и гидросферах для трассеров, связанных с молекулой воды или растворенных компонентов атмогенного или терригенного происхождения; необходимость определения области применения конкретных изотопных методов в различных природно-техногенных условиях и количественной оценки ошибок параметров, рассчитываемых на основе изотопной информации, а также правильное обоснование выбора методов получения и интерпретации изотопно-гидрохимической и геохронологической информации для решения практических задач на реальных объектах.

Настоящее диссертационное исследование посвящено теоретическому и экспериментальному обоснованию способов применения изотопно-геохимических и геохронологических методов для реконструкции происхождения, эволюции, оценки текущего состояния и прогноза изменения характеристик водно-ледовых объектов под действием природных и антропогенных факторов. Для достижения поставленной цели автором были проанализированы теоретические представления о процессах, контролирующих поведение изотопов водорода, кислорода, урана и благородных газов (He, Ne, Ar) в подземной гидро- и криосферах, изучены способы интерпретации изотопно-геохимических данных, определены области применимости отдельных изотопных методов для решения гидрогеологических задач, выполнены натурные и модельные исследования поведения изотопов в природных и техногенных обстановках; количественно определено влияния отдельных физико-химических факторов на перераспределение изотопов между средами при изменении фазового состояния воды и ее взаимодействии с вмещающими породами в ходе геомиграционных процессов; оценена роль изотопных данных в исследовании условий формирования месторождений пресных, минеральных, лечебных и термальных вод, а также в процессе захоронения радиоактивных отходов; апробированы как стандартные, так и новые методы, предложенные автором, для получения и интерпретации изотопно-гидрохимической информации на конкретных объектах в ходе гидрогеологического мониторинга, а также при решении задач, связанных с изучением закономерностей формирования ресурсов и качества подземных вод, и их защиты от загрязнения и истощения в результате инженерной деятельности.

Научные обобщения и анализ весьма представительного объема экспериментальных данных позволили автору установить, что: 1) в гумидных и аридных районах «входная» функция для дейтерия, кислорода-18 и трития соответствует их средневзвешенным концентрациям в осадках холодного (среднесуточная температура <+5 °C), а для благородных газов – теплого периода года; 2) поступление указанных изотопов в водно-ледовые объекты с атмосферными осадками и инфильтрационными водами, описывается кусочно-импульсной входной функцией, а время и массы изотопов определяются фазами и интенсивностью питания, поэтому использование синусоидальной «входной» функции или среднегодовых концентраций ведет к ошибочному утяжелению расчетного изотопного состава питания до 20 ‰ по δ^2H и до 2,7 ‰ по $\delta^{18}O$ и к завышению начальных концентраций трития на 10–30 %; 3) ураганные избытки урана-234 в подземных водах обусловлены его накоплением в пленочной влаге мерзлых грунтов в ледниковые периоды с последующим «залповым» высвобождением при таянии мерзлоты (использование этого индикатора совместно с датированием и изотопным

составом воды позволяет оценивать глубину промерзания в периоды климатических похолоданий, темпы деградации мерзлоты при потеплении, а также устанавливать факт наличия мерзлоты в прошлом для районов свободных от нее ныне); 4) стандартные методы получения и интерпретации геохимической информации для тритий/гелий-3 датирования приводят к завышению датировок, которое при двухкомпонентном смешении и в гетерогенных средах может достигать десятков, а в особо неблагоприятных случаях – первых сотен процентов.

На базе теоретических изысканий и натурных исследований предложены неон-гелиевая систематика, позволяющая получить первичную изотопно-геохимическую информацию, необходимую для идентификации условий питания подземных вод и их датированияи; новые математические зависимости для расчета палеотемператур по полигонально-жильным льдам; способ индикации «возрожденных» (талых мерзлотных) вод с использованием изотопного состава урана; концептуальная изотопная стратификация гидрогеологического разреза верхней части земной коры.

Принципиальных замечаний по научному содержанию и оформлению автореферата не имеется. Он написан хорошим литературным языком, легко и с интересом читается, хорошо иллюстрирован. Перечень журналов, в которых опубликованы результаты диссертационного исследования, а также «география» конференций и других научных мероприятий, где докладывались и обсуждались основные положения диссертации, не позволяют сомневаться в достоверности полученных автором сведений.

В целом, диссертационная работа И.В. Токарева представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научно-методическом уровне, обладает большой практической значимостью для решения ряда гидрогеологических и геокриологических задач, возникающих при освоении районов распространения многолетнемерзлых толщ. По своей актуальности, современному методологическому уровню, научной новизне, теоретической и практической значимости результаты, полученные в работе И.В. Токаревым, следует рассматривать как существенный вклад в решение актуальных вопросов гидрогеологии и геокриологии.

Считаем, что работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в редакции от 25.01.2024 г. № 62), а ее автор – Токарев Игорь Владимирович – заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Галкин Александр Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры экологии и географии факультета химико-биологических и географических наук учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Адрес организации: 210038, Республика Беларусь, г. Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова, кафедра экологии и географии. Тел. моб. +375(29) 5186572. E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

Красовская Ирина Анатольевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, начальник научно-исследовательского сектора учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Адрес организации: 210038, Республика Беларусь, г. Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова, НИС. Тел. моб. +375(29) 2979451. E-mail: iakrasovskaya@yandex.ru

Мы, Галкин Александр Николаевич и Красовская Ирина Анатольевна, даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«7» марта 2025 г. _____ А.Н. Галкин

«7» марта 2025 г. _____ И.А. Красовская

Подпись удостоверяю
Начальник отдела кадров
Е.П. Соловьёва