

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Архиповой Наталии Владимировны «Экогеохимическое состояние геологической среды юго-западной части Чебаково-Балахтинской впадины (Республика Хакасия)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 — Геоэкология (науки о Земле).

Представленная на оппонирование работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 177 источников, в том числе 7 на иностранном языке и 15 фондовых источников. Общий объем составляет 231 страницу текста, в том числе 46 таблиц, 40 рисунков и 2 приложения, содержащих 49 рисунков и 1 таблицу.

*Актуальность выбранной темы* сомнения не вызывает. Чебаково-Балахтинская впадина Минусинского межгорного прогиба Республики Хакасия обладает уникальными условиями для отдыха, лечения и рекреации.

*Достоинством данной работы* является то, что: 1) автором установлена зависимость пространственного распределения озерных акваторий, солевого режима поверхностных и подземных вод от геологического строения района; 2) изучены закономерности распределения микроэлементов в почвах на территории впадины и в контурах озерных котловин; 3) выявлены изменения химического состава природных вод и характер распределений микроэлементов в донных отложениях; 4) проведена оценка факторов антропогенного воздействия на геологическую среду.

Для анализа *фактического материала*, полученного автором, на территории Чебаково-Балахтинской впадины были использованы результаты 992 проб из разных объектов геологической среды. Собранный материал анализировался приближённо-количественным спектральным анализом в аналитической лаборатории ФГУП «Берёзовгеология» г. Новосибирск (аттестат аккредитации Госстандарта России № РОСС Ru. 0001.51189) и инструментальным нейтронно-активационным анализом (исследовательский ядерный реактор НИ ТПУ). Поверхностные воды изучались методами титриметрии, фотоколориметрии, пламенной фотометрии, потенциометрии, турбидиметрии, беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрии в ПНИЛ гидрогеохимии НИ ТПУ. Химический состав подземных вод родников и скважин степной части Ширинского района проанализирован в арбитражной лаборатории г. Тронхейм (Норвегия).

Несомненной *научной новизной работы* является: 1) – создание базы данных по содержанию микрокомпонентов (тяжёлые металлы, редкие и редкоземельные элементы) в почвах, поверхностных и подземных водах, донных отложениях на региональном и локальном уровнях;

– создание серии геохимических карт, которые могут быть применены для проведения экологического мониторинга;

– составление схемы размещения техногенных объектов, нарушающих природную среду Чебаково-Балахтинской впадины;

– проведение комплексной характеристики экогеохимического состояния юго-западной части Чебаково-Балахтинской впадины.

*Краткая характеристика глав диссертации.* В первой главе описаны физико-географические условия района. Во второй охарактеризовано геологическое строение. В третьей главе приводится описание экзогенных геологических процессов, типов почв, подробная характеристика распределения микроэлементов в почвах впадины и озёрных котловин, гидрогеохимические и экогеохимические особенности поверхностных и подземных вод, донных отложений. В четвёртой главе дана оценка экогеохимического состояния геологической среды Чебаково-Балахтинской впадины. Все главы хорошо структурированы, сопровождаются иллюстративными материалами высокого качества и сопровождаются картографическим материалом, большая часть которого приводится в приложениях.

В качестве основных защищаемых положений автором сформулировано 4 тезиса.

***Первое защищаемое положение:* «Экологическое состояние геологической среды юго-западной части Чебаково-Балахтинской впадины на макроуровне зависит от специфики геологического строения района, отражающего закономерности пространственного распределения озёрных акваторий, солевого режима поверхностных и подземных вод».**

Сложное геологическое строение территории Хакасии является определяющим фактором глобального характера, контролирующим формирование озерных котловин с разной степенью минерализации, что автором и отмечается в работе. Все это определяет приуроченность минеральных озёр к рифтогенно-депресссионному структурному комплексу, представленному вулканогенно-осадочными и осадочными отложениями девона и нижнего карбона, залегающими с резким угловым несогласием на более древних отложениях. Фактором регионального характера является тектонический контроль. Минеральные озёра тяготеют к отрицательным тектоническим структурам – синклиналям и

мульдам, а также к протяженным тектоническим швам, которые контролируют расположение целой цепочки озёр (с юго-запада на северо-восток): Домажак – Матарак – Шунет – Красненькое – Власьево – Утичьё-1 – Утичьё-2 – Утичьё-3 – Горькое. Минерализация озёр определяется литологией вмещающих толщ – если озёрные ванны размещены в красноцветных толщах, то они минерализованы, в иных литологических разновидностях (известняки, мергели и др.) воды, как правило, пресные, что хорошо представлено в диссертации.

***Второе защищаемое положение:*** «В почвенном покрове распределение тяжёлых металлов носит унаследованный характер и, в общих чертах, либо повторяет площадной рисунок мозаичных литогеохимических ореолов, либо формирует локальные аномалии микроэлементов, типоморфных для зон аридного седиментогенеза. «Сквозные» микроэлементы Sr, V, Ni, Zn и Sn накапливаются в почвах всех озёрных котловин. Mo, Cu, Pb встречаются спорадически. Состояние почвенного покрова оценивается как удовлетворительное»

Ранее были получены результаты, которые отражены на государственной геологической карте с выделением природных литогеохимических аномалий молибдена и меди между озёрами Иткуль и Ши́ра, а также южнее оз. Иткуль. Диссертантом была проведена визуализация поведения этих элементов в пространстве в почвах окрестностей оз. Иткуль и Ши́ра. На схемах отчётливо видна приуроченность аномалий молибдена и меди в почвах к ранее известным литохимическим ореолам. Детальное изучение почв в котловинах озёр Белё, Тус, Утичьё, Шунет, Фыркал, Ши́ра, Иткуль позволило установить типоморфные элементы для разных озёрных котловин. Эти элементы (Ni, Zn и Mo) образуют точечные, реже площадные аномалии. Почвы всех изученных озёрных котловин находятся на стадии минимального загрязнения и экогеохимическое состояние почвенного покрова в целом оценивается как удовлетворительное. Материал защищаемого положения хорошо иллюстрируется в диссертации 49 схемами распределения элементов в почвах как в целом по Чебаково-Балахтинской впадины, так и по каждому озеру в пределах этой территории.

***Третье защищаемое положение:*** «В природных поверхностных и подземных водах и донных отложениях геохимические аномалии элементов возникают лишь в водах, дренирующих эвапоритоносные терригенно-осадочные породы верхнего девона и нижнего карбона».

Исследованные озёра по минерализации представлены всем своим разнообразием: от пресных вод до рассолов. Пресные воды (Фыркал, Иткуль) в основном слабощелочные,

гидрокарбонатные кальциевые. Среднеминерализованные воды распространены в озёрах Утичьё-3, Белё, Шунет от гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного магниево-натриевого состава до сульфатно-хлоридного магниево-натриевого с минерализацией от 7,1 до 11,2 г/л соответственно. Минерализованные рассолы на территории изученного района отмечались только в оз. Тус. Рассолы хлоридно-сульфатные магниево-натриевые. Донные отложения представлены высокоминерализованными среднесульфидными иловыми минерально-лечебными глинами. Содержание ряда макрокомпонентов в водах заметно превышает значения ПДК. Это перманганатная окисляемость (от 2 до 13 ПДК),  $\text{NH}_4$  – 7,3 ПДК (для оз. Тус),  $\text{SO}_4$  – максимальное значение достигает 63 ПДК (оз. Тус),  $\text{Cl}$  – от 4,46 (оз. Белё) до 53 ПДК (оз. Тус). Для всех микрокомпонентов зафиксированы низкие значения концентрации:  $\text{Cd}$  (0,1–0,9 ПДК),  $\text{Pb}$  (0,007–0,2 ПДК),  $\text{As}$  (0,004–0,04),  $\text{Zn}$  (0,001–0,2 ПДК),  $\text{Cu}$  (0,003 ПДК). Элементы, накапливающиеся в донных отложениях всех озёрных котловин, превышают кларк в земной коре по  $\text{Ba}$  – в 1,6–4 раза,  $\text{Sr}$  – в 2–13 раз,  $\text{Li}$  – в 1,3–1,7 раз и  $\text{Mo}$  – в 1,5–2 раза. Фоновые показатели ( $\Phi$ ) превышают  $\text{Ba}$  – от 2 до 5 $\Phi$  и  $\text{Sr}$  – от 1,4 до 3 $\Phi$ . ПДК превышает лишь  $\text{Sr}$ , в количествах от 2,2 до 6,7 единиц. Вышеперечисленные элементы могли заимствоваться из подстилающих пород, сформировавшихся в условиях аридного седиментогенеза. Рассмотренные закономерности поведения химических элементов в водах и донных отложениях рек и озёр показывают их природную обусловленность. Автором отмечается, что негативные (по  $\text{NO}_3$ ) антропогенные процессы затрагивают лишь пятую часть обследованных источников. Накопление в подземных водах брома, лития, сульфатов, стронция носит природный характер. Водоносные отложения, в которых зафиксированы повышенные содержания вышеперечисленных компонентов, парагенетически связаны с процессами среднепалеозойского рифтогенеза.

**Четвертое защищаемое положение:** «Экогеохимическое состояние геологической среды юго-западной части Чебаково-Балахтинской впадины характеризуется как удовлетворительное: зоны с повышенными содержаниями элементов локальны и часто имеют «точечный» характер. Антропогенное воздействие локально и выражается в повышении концентраций нитратов в подземных водах; нефтепродуктов и аэрозольных частиц – в акватории оз. Шира;  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Sb}$  – в донных отложениях рек».

Автором проведена комплексная оценка антропогенной трансформации геологической среды юго-западной части Чебаково-Балахтинской. При оценке экогеохимического состояния геологической среды территории учитывались различные факторы: экзогенные геологические процессы, концентрация элементов в различных

средах, антропогенно-изменённые ландшафты и площади распространения загрязняющих веществ. Точечные техногенные аномалии приурочены к сельским посёлкам. В почвах пос. Ши́ра местами установлено присутствие Zn, Pb, As, а почвы пос. Туим загрязнены Cu и Mo. Небольшие по площади аномалии Pb и Mo расположены в пределах природоохранной зоны оз. Ши́ра, которые обусловлены выбросами аэрозолей из котельных пос. Жемчужного. Отмечаются повышенные содержание тяжёлых металлов (Zn, Ni и Sb) в донных отложениях р. Туим. Эти аномалии имеют техногенный характер и связаны с деятельностью Туимского завода. Антропогенная нагрузка на подземные воды носит очаговый характер. Превышение ПДК для SO<sub>4</sub> зафиксировано в 5 скважинах (из 33 опробованных): полевой стан (1,3 ПДК); курорт «Озеро Ши́ра» (3,1 ПДК); пос. Старый Борец (1,8 ПДК); пос. Власьево (1,4 ПДК) и родник, расположенный на юго-восточном берегу оз. Утичьего-3 (12,5 ПДК). Повышенные концентрации нитратов обнаружены в шести скважинах: пос. Солёноозёрный (1,3 ПДК); в двух скважинах пос. Ши́ра (1,8 и 1,3 ПДК соответственно); пос. Борец (1,8 ПДК); пос. Власьево (4,2 ПДК); пос. Тупик (1,7 ПДК); пос. Джирим (2,5 ПДК). Вода этих скважин активно используется для хозяйственно-питьевых целей в посёлках и требует особого контроля со стороны природоохранных служб. Выявленные негативные изменения по большинству компонентов характеризуют начальную стадию трансформации. Антропогенная нагрузка на природную среду существенно снижена из-за спада в последние годы хозяйственной деятельности. Общее экогеохимическое состояние геологической среды может быть оценено как удовлетворительное, что значительно может повлиять на приток отдыхающих в летний период. Однако следует учесть, что если не будут созданы оборудованные зоны отдыха, то территория в ближайшие годы испытает значительный прессинг со стороны отдыхающих и территории может быть нанесен значительный урон.

*Практическая значимость работы* определяется тем, что результаты исследований работы могут быть использованы:

- при прогнозировании ближайших и отдаленных последствий антропогенного воздействия;
- при мониторинге состояния геологической среды с целью предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- в сфере принятия управленческих решений организациями республиканского и федерального уровней, заинтересованных в оптимизации экологически безопасного развития территории.

Материалы исследований используются Госкомитетом по охране животного мира и окружающей среды Хакасии, Администрацией и Земельным комитетом Ширинского района при составлении ежегодных Государственных докладов о состоянии окружающей природной среды Республики Хакасия, внедрены в образовательный процесс Томского государственного университета при чтении курса «Геоэкологическое картирование».

К работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации отсутствует глава по методике исследований и аналитических работ. По тексту работы в главе 3 можно найти эту информацию, но вызывает определенное неудобство. Чем это вызвано?

2. Автором допущена некоторая путаница в значениях ПДК, что сказывается на анализе материала по отдельным элементам. Какими нормативными документами пользовался автор для использования ПДК?

3. Для расчета СПЗ для почв и донных отложений автор использовал значения превышающие ПДК, может лучше было бы использовать значения превышающие фоновые концентрации? Тогда и значения СПЗ были бы другими и автор не ограничивался бы малым количеством элементов, которые принимались в расчет.

4. В диссертационной работе на стр.127 в таблице 3.4.7 автор приводит результаты инструментального нейтронно-активационного анализа для вод озер. Каким образом получены результаты, если метод жидкую фазу не анализирует?

5. Автор в своей диссертационной работе на стр. 155 пишет, что по данным исследований сотрудников НТП «Сосновгеос» содержание  $^{137}\text{Cs}$  не превышает  $80 \text{ mKи/км}^2$  (глобальный фон для  $^{137}\text{Cs}$  –  $50 \text{ mKи/км}^2$ ). Однако, на схеме (рис. 4.2, стр. 156) четко выделяются границы радиационного загрязнения площади и отдельный участок на ней. Как можно прокомментировать данные результаты?

Несмотря на имеющиеся замечания, общее впечатление от работы весьма хорошее. Автором выполнена добротная, хорошо спланированная, полностью завершенная квалификационная работа. Приведенный материал достаточно убедителен и выводы обоснованы.

Автореферат диссертации полностью отражает как содержание самой работы, так и сущность защищаемых положений. Основное содержание работы и защищаемых положений отражено в опубликованных работах. Список опубликованных работ по теме диссертации включает 19 работ, из которых 3 статьи опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

Представленная к защите квалификационная работа представляет собой самостоятельное законченное исследование, имеющее как научное, так и практическое значение.

Исходя из вышеизложенного, считаю, что в соответствии с критерием, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» ВАК РФ (пункт 9), диссертация на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой и соответствует всем требованиям, а ее автор Архипова Наталия Владимировна заслуживает присвоения ей степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геозкология (науки о Земле).

Официальный оппонент  
Язиков Егор Григорьевич  
доктор геолого-минералогических наук  
профессор  
заведующий кафедрой геозкологии и геохимии  
Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
634050, г.Томск, пр. Ленина, 30  
www.tpu.ru  
rector@tpu.ru  
Раб. тел. (3822)-70-17-79;

Я, Язиков Егор Григорьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

25 сентября 2017 г.

Подпись Язикова Егора Григорьевича заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета



О.А. Анапьева