

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную работу Чжоу Дань «УСЛОВИЯ САМООЧИЩЕНИЯ И ДОПУСТИМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГРУНТОВЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ (на примере водосбора озера Поян КНР и Томского Приобья РФ)» представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология

Перед автором диссертации стояла цель – определение условий самоочищения и допустимого антропогенного воздействия на грунтовые воды в различных природных условиях (в пределах зоны переменного-влажных лесов субтропического климата в водосборе озера Поян и умеренного климатического пояса подтайги на юге Томской области). Считаю, что **актуальность решения исследуемой проблемы** связана, с одной стороны, с разработкой методов прогнозирования эколого-гидрохимического состояния грунтовых вод, а с другой - с развитием фундаментальных знаний о процессах формирования их химического состава в различных природно-климатических условиях. Конечно, информационно-правовая система РФ устанавливает пределы допустимого антропогенного воздействия (ссылки в работе), но было очень интересно узнать, как соискатель подошел к этому вопросу с точки зрения эволюционного развития системы вода-порода, т.е. концепции, плодотворно развиваемой в ТПУ многие годы.

Научная новизна: разработана и апробирована методика оценки гидрогеохимического фона и допустимого воздействия на грунтовые воды в водосборе озера Поян (КНР). Впервые количественно оценено допустимое антропогенное воздействие на грунтовые воды в водосборе озера Поян (КНР) и выявлено влияние водного режима, геохимической обстановки и изменений размеров областей питания и разгрузки на условия самоочищения грунтовых и речных вод.

Практическая значимость: результаты исследования являются научной основой для: 1) нормирования антропогенных воздействий на водные объекты; 2) оптимизации программы государственного мониторинга водных объектов и геологической среды в бассейне озера Поян; 3) создания современного курса по гидрогеологии, геоэкологии и гидрохимии в университетах КНР и РФ и развития международных исследовательских проектов и программ.

Личный вклад автора: автором сформулированы защищаемые положения на основе полевых работ и анализа собственных и реферативных данных. В марте 2021 г. лично были отобраны 7 проб болотных вод на Обском болоте и проба артезианских вод на прилегающих к нему территориях. в октябре 2022 г. - 3 пробы грунтовых вод, 4 пробы речных вод. 3 пробы воды неиспользуемых ветландов, проба воды с рисового поля. 4 пробы донных отложений рек. 4 пробы отложений ветландов в водосборе озера Поян (КНР). Автором проведен грамотный статистический анализ геохимических данных, выявлены региональные особенности эколого-геохимического состояния водных объектов на исследуемых территориях.

Диссертация объемом 130 страниц машинописного текста состоит из введения.

6 глав, заключения, списка литературы из 292 наименования, содержит 45 рисунков и 19 таблиц. По теме диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, результаты обсуждались на конференциях в ТПУ, в Восточно-китайском технологическом университете и VIII Международной конференции по водным ресурсам и окружающей среде. Личный вклад автора и объем фактического материала достаточно подробно описаны и оппоненту ясны.

В первой главе охарактеризована **изученность проблемы** оценки самоочищения грунтовых вод и нормирования антропогенного воздействия на них в целом и в водосборе озера Поян, а также приведена используемая в работе терминология. Во второй главе содержатся **сведения об объектах и методике исследования**. Работа Чжоу Дань связана с развитием российско-китайских гидрогеохимических исследований в водосборе озера Поян, выполняемых с 2013 г. при участии сотрудников и аспирантов ТПУ, но соискателю удалось сделать собственные акценты, опираясь на сравнительные исследования процессов в разных климатических зонах и грамотно используя разработки упрощенных математических моделей гидрогеохимических процессов для анализа результатов моделирования.

В третьей главе рассмотрены **условия формирования** химического состава грунтовых и поверхностных вод в водосборе озера Поян (с. 28-51). Водосбор и непосредственно озеро Поян расположены в зоне смешанных лесов среднего и нижнего течения реки Янцзы в северных субтропиках, весь бассейн относится к субтропическому теплему и влажному муссонному климату, среднегодовое испарение составляет 1148.6-1937.3 мм (достаточно выражена зависимость водного стока от атмосферного увлажнения). В соответствии с условиями залегания и гидравлическими свойствами, подземные воды в бассейне озера Поян можно разделить на трещинные и трещинно-карстовые воды в осадочных породах, поровые воды рыхлых отложений, трещинные воды в метаморфических породах и трещинные воды в магматических породах. Выделены внешние и внутренние области подземного питания (с.41). Бассейн озера Поян богат полезными ископаемыми (более 60 видов), в городах расположены крупные промышленные центры.

Сделаны выводы, что по данным мониторинга водных объектов в 2021 г., в 93.6% случаев отмечено *хорошее качество воды согласно требованиям КНР*. Качество воды централизованных источников питьевой в городах во всех случаях соответствует установленным требованиям. Но поддержание его требует постоянных усилий по проведению природоохранных мероприятий и мониторинга окружающей среды.

В четвертой главе приведены **результаты оценки эколого-геохимического состояния** грунтовых и речных вод в водосборе озера Поян, включая методологию оценки фоновых концентраций в грунтовых водах и изучения условий их самоочищения. В сравнении с водами в других природных зонах Азии (табл. 4.1.7–4.1.9), химический состав грунтовых и речных вод в водосборе озера Поян в целом

близок к соответствующим показателям для вод в зоне переменного-влажных лесов субтропического и субэкваториального поясов, что еще раз подтверждает фундаментальные закономерности, изложенные в [Shvartsev, 2008; Гусева, 2018].

Тем не менее, оказалось, что и в грунтовых, и в речных водах могут отмечаться достаточно высокие, по сравнению с фоном, концентрации ряда веществ (табл. 4.1.5, 4.1.6), что может указывать как на загрязнение, так и на природные геохимические аномалии, особенно с учетом приведенной в разделе 3.4 характеристики хозяйственной деятельности в регионе (месторождения). В частности, в 2019 г. состояние речных вод изменялось от чистых (реки Ганыцян и Юаньшуй) до загрязненных (р. Цзиньцзян). Грунтовые воды – по средним значениям мезосапробные, “загрязненные”, но близки к норме по нормативам КНР.

При этом, сопоставление данных о составе речных и сточных вод на примере участка р. Цзиньцзян в 2019 и 2022 гг. показало весьма высокую способность речных вод к самоочищению. Для объяснения этого факта выполнены расчеты распространения веществ в потоке по уравнению (2.8). Установлено, что использование уравнения позволяет получить достаточно высокую сходимость измеренных и расчетных значений гидрохимических показателей в пункте P102, а заметное снижение концентраций веществ, поступающих в р. Цзиньцзян по выпускам P101 и P100, происходит в пределах 200 м даже в условиях очень низкой межени 2019 г. Состояние грунтовых вод в целом несколько хуже, чем поверхностных, что объясняется более высокой способностью поверхностных вод района исследования к самоочищению вследствие выпадения малорастворимых соединений и соосаждения ряда микроэлементов на частицах речных наносов и донных отложений, а также то, что биогеохимические процессы в водной среде более интенсивно протекают при температуре более 20°C. На основе обобщений и анализа данных об эколого-геохимическом состоянии грунтовых и речных вод в водосборе озера Поян и в других регионах Азии на стр. 86 сформулировано первое защищаемое положение.

По мнению оппонента, оно полностью доказано. Однако нельзя не отметить некоторую условность разделения материалов исследования на главы 3 и 4. Также то, что уже в главе 4 и 1 защищаемом положении раскрывается интрига о влиянии на состояние вод и условия их самоочищения *интенсивности водообмена*, которая определяет общие условия взаимодействий в системе вода–порода (время и площадь контакта, вынос продуктов реакций, осаждение малорастворимых веществ, т.е. глинистых минералов и гидроксидов металлов, захватывающих токсичные микроэлементы).

Пятая глава посвящена уже детальному анализу взаимосвязей между условиями самоочищения грунтовых вод и их водным режимом. Для получения общего представления о характере подобных связей был проведен синтез результатов исследований, выполненных как непосредственно в водосборе озера Поян (КНР), так и на юге Томской области. В первом случае использованы данные исследований в 2013 – 2019 гг. [Солдатова. 2016; Soldatova et al., 2021, 2022], и

материалы, полученные автором совместно с Ян Хэн в 2022 г., а во втором – результаты изучения родников в г. Томске и эксперимента на Обском болоте [Савичев и др., 2022]

1. Исследование родниковых вод свидетельствует о статистически значимом увеличении суммарного содержания растворенных солей, бихроматной окисляемости и нитратов в родниковых водах при росте площади поверхностного водосбора (табл. 5.1.2). По мнению авторов, присутствие Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , БО указывает на вынос с городской территории песко-соляной смеси, органических остатков и продуктов их трансформации после дождей и в период снеготаяния. В этом случае мы видим низкие коэффициенты корреляции, напр., для Cl^- $r = 0.43$, погрешность 0.2. И все же их можно назвать значимыми, поскольку на стр. 25 автор четко указывала, что коэффициенты корреляции r_{xy} принимались статистически значимыми при условии превышения по модулю удвоенной погрешности их определения.

2. Аналогичный вывод можно сделать по результатам анализа состояния грунтовых вод в водосборе озера Поян (рис. 5.1.4). В рассматриваемом случае также имеются некоторые исключения, связанные с антропогенным влиянием. Это определяет возможность ориентировочной оценки антропогенного загрязнения в зависимости от степени отклонения от уравнения связи между суммой главных ионов и площадью области питания.

3. Исследования, выполненные автором совместно с Ян Хэном, О.Г. Савичевым и др., показали потенциальную возможность поступления подземных вод с более высокой минерализацией и содержанием Cl^- в разные месяцы года в Обское болото. Была использована одномерная стационарная модель диффузионного распространения веществ частным аналитическим решением (5.2.2). Получена и объяснена достаточно неожиданная картина распределения концентраций Cl^- по глубине торфяной залежи по месяцам: резкое снижение содержаний отмечается уже в апреле. Однако в последующие месяцы при отсутствии дополнительного поступления раствора наблюдаются заметные колебания, связанные с «подтягиванием» навверх водной массы при увеличении дождевых осадков и «опусканием» вниз при преобладании испарения.

Считаю, что защищаемое положение доказано. Не очень понятно зачем привлекается именно барражный эффект, далее и так идет речь про «изменение границ поверхностных и подземных вод». Небольшое замечание связано с тем, что методика математического моделирования гидрогеохимических процессов изложена в разных частях работы, а не в одной соответствующей главе. Даже с определением фоновой концентрации вещества C_b приходится разбираться, возвращаясь то к стр. 25, то к стр. 100, чтобы понять уравнения.

В шестой главе приведено обоснование подхода к оценке допустимого сброса загрязняющих веществ в водные объекты при котором эколого-геохимическое состояние грунтовых вод существенно не изменится (на основе сравнения двух выборок объемом N в условно фоновом C_b и нарушенном C_x

состояниях). Сделаны важные выводы, имеющие практическую значимость. сформулировано и доказано третье защищаемое положение. Используя изложенный подход для наихудших условий разбавления сточных вод и данные о фоновых концентрациях веществ, автором определены допустимые концентрации веществ в сточных водах, накапливающихся на поверхности водосбора (табл. 6.2.1). При поступлении в водоносные горизонты и реки загрязняющих веществ в таких концентрациях устойчивое (длительное и статистически значимое) ухудшение качества вод маловероятно, а тип воды не изменится.

Например, превышение нормативов качества, установленных в КНР для вод хозяйственно-питьевого назначения, отмечается для содержаний W, Hg, Mo, Br, As, Fe. В Табл. 4.1.1 указан химический состав поверхностных, грунтовых и сточных вод в 2019 г. Для As наихудшая концентрация – это 89 мкг/л, обычная около 1-2 мкг/л. Но минимальная допустимая (безопасная) концентрация в сточных водах 0,407 мкг/л (табл. 6.2.1). Означает ли это, что буферной емкости системы не хватит, чтобы справиться с таким загрязнением (за исключением единственного случая)?

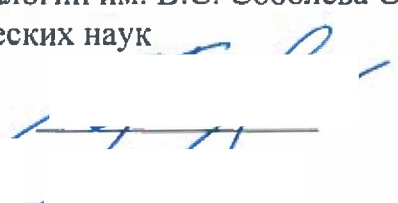
Считаю, что соискатель Чжоу Дань является научным сотрудником, умеющим решать научные задачи, владеющим как теоретическими знаниями, так и практическим опытом исследований. При интерпретации данных использованы современные методы их обработки. Ключевые моменты текста проиллюстрированы, табличный материал дает полное представление о фактической основе, использованной для доказательства точки зрения соискателя. Автореферат соответствует материалу диссертационной работы.

Принимая во внимание вышеизложенное, считаю, что диссертация «Условия самоочищения и допустимое воздействие на грунтовые и поверхностные воды (на примере водосбора озера Поян КНР и Томского Приобья РФ)» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п. 2.1 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а Чжоу Дань соискателя заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 геоэкология.

Я, Гаськова Ольга Лукинична, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент Гаськова Ольга Лукинична
Ведущий научный сотрудник лаборатории рудообразующих систем 214

Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
доктор геолого-минералогических наук

 / ___ Гаськова О.Л. ___ /
(расшифровка подписи)

«__1__»_сентября_2023 г.

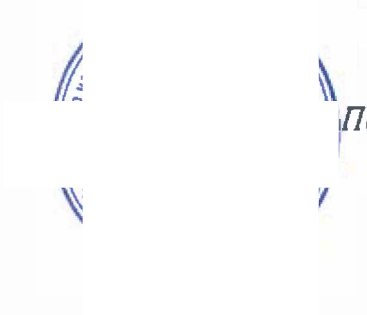
630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, 3,
тел. +7(383) 373 05-026, Интернет сайт организации <http://www.igm.nsc.ru/>
e-mail автора отзыва Gaskova@igm.nsc.ru

Подпись Гаськовой О.Л. заверяю

Ученый секретарь организации, к.г.-м.н. /

 / Картозия А.А.

(расшифровка подписи)

 Печать организации