

## Отзыв

на автореферат диссертации Сорокоумовой Яны Владиславовны

**"Техногенные и природные миграционные процессы в подземных водах, разгружающихся в озеро Байкал", представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности**  
**1.6.6. Гидрогеология**

Диссертация Я.В.Сорокоумовой посвящена весьма актуальному вопросу – рассмотрению процессов естественного и техногенного поступления растворённых нефтепродуктов и метана в баланс озера Байкал, а также распространения нефтяного и теплового загрязнения на территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Проблема, вызывающая важность рассмотрения этих вопросов, состоит в том, что поступление даже небольшого количества массы контаминантов может представлять угрозу для экологического состояния озера. Одним из источников поступления загрязнения в него является разгрузка загрязнённых подземных вод с территорий производственных предприятий, расположенных на берегу. Одновременно с этим в воды озера происходит постоянный приток углеводов природного происхождения.

Несмотря на то, что названные процессы изучались и изучаются в настоящее время большим количеством исследователей, каждая оценка как притока по одному из природных объектов, связанных с такой разгрузкой, так и оценка интенсивности техногенной разгрузки представляет как научный, так и практический интерес.

В рассматриваемой диссертации решение данной задачи выполнено путём разработки и обоснования концептуальной модели переноса растворенного метана с подземными водами по разломной зоне в придонной части озера Байкал и исследования численной модели массопереноса для расчетов разгрузки.

Автором выполнена оценка разгрузки растворенного метана с подземными водами по разлому Гидратный, обоснование моделей тепло и массопереноса контаминантов в подземных водах неоген-четверичного водоносного комплекса на территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината и оценка интенсивности основных источников контаминантов на территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината и их распространения в подземных водах.

Актуальность данной работы сомнений не вызывает.

Автором защищаются четыре основных вывода из выполненного исследования:

1. Первым положением автором защищается разработанная ей трехмерная модель тепло- и массопереноса для территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината и выполненные ей оценки интенсивности и режима основных источников тепла и растворенных минеральных компонентов. Установлено, что для модели теплопереноса существенную роль играет теплообмен с кровлей пласта, неучет которого при калибрации модели приводит к завышенному значению параметра продольной термодисперсивности и, соответственно, некорректному прогнозированию теплового загрязнения среды.

2. Вторым положением автором утверждается, что ей установлены положение, интенсивность и режим основных источников поступления нефтепродуктов в подземные воды, при этом прогнозные расчеты показывают, что без проведения мероприятий по устранению выявленных источников контаминантов подземные воды территории предприятия не будут соответствовать нормам допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал более десяти лет.

3. Третьим положением для оценки разгрузки подземных вод с растворённым веществом по разломной зоне, в частности, по разлому Гидратный, автор предлагает использование аналитического решения конвективно-дисперсионного переноса в трещине. Выполненное по этому решению автором моделирование переноса растворенного в подземных водах метана по разломной зоне в средней котловине озера Байкал позволило оценить его разгрузку (с расходом 197,1-583,4 т/год), соизмеримую с оценками измеренной величины пузырьковой разгрузки.

Научная новизна, содержащаяся в перечисленных положениях, заключается в научном обосновании и доказательстве применимости предложенной математической модели миграции растворённого метана по разлому, разработке и верификации трёхмерной численной модели для территории БЦБК и установлении при её помощи основных источников поступления нефтепродуктов на данной территории, а также в количественной оценке поступления объёма техногенных нефтепродуктов в подземные воды на территории БЦБК. Кроме того, автором лично разработан и проверен программный код на языке Python для аналитических расчетов разгрузки растворенного метана с подземными водами, разгружающимися через зону разлома в придонной части озера Байкал.

Практическая значимость работы состоит в установлении источников нефтяного загрязнения, а также разработке и верификации гидрогеологической численной модели

территории БЦБК, которая может использоваться для разработки и проектирования реабилитационных мероприятий.

Личный вклад автора, помимо участия в научно-исследовательской экспедиции, в разработке всех научных и практических результатов работы очевиден.

Основные положения работы изложены в 8 публикациях, в том числе в трех статьях в журналах, рекомендованных ВАК, что соответствует положению ВАК о присвоении учёной степени кандидата наук.

На разработанной с участием автора модели участка воспроизводился гидрогеологический режим с 2002 по 2022 год, т.е. включая период работы перехватывающего водозабора, в нестационарной постановке. Расчётные данные сопоставлялись с данными мониторинга по уровням подземных вод в скважинах. В результате были получены удовлетворяющие фактическим данным гидрогеологические параметры и изменение трёхмерной сетки движения подземных вод во времени, как гидродинамическая основа для последующего решения миграционных задач.

Впоследствии на модели с помощью программного модуля MT3DMS решены ретроспективные миграционные задачи – консервативного компонента (минерализации) и неконсервативного (растворённые нефтепродукты) с учётом сорбции и биodeградации, а также тепловая задача.

В результате решения обратной миграционной задачи на модели автор установила наиболее вероятное положение, интенсивность и концентрацию для источников поступления растворённых нефтепродуктов в подземные воды. Решение задачи эпигнозного моделирования миграции консервативного мигранта показало достаточную сходимость с массивом фактических данных по значению минерализации. В результате прогнозного моделирования было выявлено, что, при условии устранения источников поступления нефтепродуктов, подземные воды территории БЦБК очистятся по истечении приблизительно 800 суток. При описании результатов обратной задачи автору следовало бы пояснить отклонения локальных максимальных значений уровней и минерализации на модели от фактических.

Кроме того, автором была выполнена оценка массы поступивших в систему нефтепродуктов с территории БЦБК. В пересчёте на год разгрузка нефтепродуктов составила 0,8 кг/год.

На модели были рассмотрены также задачи моделирования теплопереноса. В ходе анализа результатов калибровки модели по параметру продольной термодисперсивности было отмечено, что при неучёте теплообмена с поверхностью, наилучшая сходимость модельных расчетов с наблюдаемыми значениями достигается

при значении параметра продольной термодисперсивности 230 м. Решение задачи теплопереноса с учётом оттока тепла через кровлю водоносного горизонта в новой постановке показало близкое к фильтрационной дисперсивности значение параметра продольной термодисперсивности 4 м. Таким образом, был сделан вывод о том, что для модели теплопереноса существенную роль играет теплообмен с кровлей пласта, учёт которого при калибровке модели приводит к завышенному значению параметра продольной термодисперсивности.

Для оценки природной разгрузки по разлому Гидратный углеводородов был реализован расчет согласно модели конвективно-дисперсионного переноса по разломной зоне, заполненной проницаемым материалом, с учётом диффузии во вмещающие породы. Реализация аналитического расчета выполнялась при помощи программирования на языке Python. Предварительно автором проведена проверка работы расчётного кода сравнением с аналитическим решением из работы Танга и др.

В результате автором оценена суммарная разгрузка метана для разлома Гидратный - 11,1-32,7 т/год и структуре «Санкт-Петербург» - 14,8-43,7 т/год.

Отметим вывод о том, что оценка разгрузки растворённого метана для отдельной структуры «Санкт-Петербург» в диапазоне 14,8 – 43,7 т/год оказалась близкой к полученным по данным гидроакустических исследованиям, показавшим оценку 74,2-92,17 т/год. Таким образом, автором получена оценка суммарной разгрузки метана в растворённом и свободном состоянии по рассматриваемой структуре. Выполненная оценка поступления метана по рассматриваемым элементам разлома Гидратный представляется вполне обоснованной, а разработанный код – достоверным и применимым.

Интерес представляет мнение автора по следующим вопросам: применима ли разработанная методика и программа также и для оценок разгрузки углекислого газа (что в свете современных экологических трендов представляет значительный интерес).

Из результатов выполненной работы можно увидеть, что диссертант выполнила огромный труд как по изучению и систематизации имеющихся геолого-гидрогеологических данных о поступлении различных контаминантов в оз. Байкал в целом, так и по изучению развития условий миграции контаминантов на территории Байкальского целлюлозного комбината. Защищаемые положения доказаны выполненными исследованиями. Полученные автором результаты представляют несомненный научный и практический интерес и обладают новизной

Таким образом, диссертация соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом им. М.В.Ломоносова, а также Положения

о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам учёных степеней и присвоения научным работникам учёных званий.

Автор диссертации Я.В. Сорокоумова достойна присвоения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6. Гидрогеология.

Ершов Григорий Евгеньевич,  
Кандидат геолого-минералогических наук,  
Главный научный сотрудник,  
заместитель генерального директора  
АО «Гидрогеологическая и геоэкологическая компания ГИДЭК»,  
105203 г.Москва, 15-я Парковая ул., д.10А этаж 1 помещ.3

<https://hydrogeoecology.ru/>

[ershov@hydec.ru](mailto:ershov@hydec.ru)

тел. 495-965-07-46 (212)

*Я, Ершов Григорий Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку*

**15 апреля 2026**

Подпись Ершова Григория Евгеньевича, автора отзыва, заверяю

Ершова Г.Е.

МОСКВА «15» 04 2026 г.