

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ТюмНЦ СО
РАН

Д.И.Н.

А.Н. Багашев



25 октября
2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Института криосферы Земли – обособленное структурное
подразделение Тюменского научного центра
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)

Диссертационная работа **Бутакова Владислава Игоревича** *«Особенности формирования геохимического состава подземных льдов Карского региона»* выполнена в лаборатории «Комплексных исследований криогенных процессов и криотрасологии» Института криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель **Бутаков Владислав Игоревич** работал в аналитической лаборатории физики, химии и механики мерзлых грунтов Тюменского индустриального университета в должности ведущего инженера.

В 2016 г. окончил ФГБОУ ВО Тюменский государственный университет по направлению «Химия». В 2019 г. окончил обучение в аспирантуре Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН по направлению «Науки о Земле». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, выдано в 2021 г. ТюмНЦ СО РАН.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук Слагода Елена Адольфовна, работает в должности главного научного сотрудника ИКЗ ТюмНЦ СО РАН.

Материалы диссертации представлены соискателем на заседании ученого совета ИКЗ ТюмНЦ СО РАН.

Присутствовали:

Академик РАН
Директор, к.т.н.
Зам. директора, д.х.н.
Ученый Секретарь, к.г.-м.н.
г.н.с., д.г.-м.н.
г.н.с., д.г.-м.н.
д.г.н.
Зав. лабораторией, д.г.-м.н.

Мельников Владимир Павлович
Садуртдинов Марат Ринатович
Нестеров Анатолий Николаевич
Устинова Елена Валерьевна
Слагода Елена Адольфовна
Лейбман Марина Оскаровна
Рогов Виктор Васильевич
Горелик Яков Борисович

В.Н.С., К.Г.Н.
В.Н.С., К.Г.-М.Н.
В.Н.С., К.Г.Н.
С.Н.С. К.Т.Н.
С.Н.С., К.Г.-М.Н.
С.Н.С., К.Г.-М.Н.
Н.С., К.Т.Н.

Шейнкман Владимир Семенович
Хомутов Артем Валерьевич
Ларин Сергей Иванович
Решетников Алексей Михайлович
Пономарева Ольга Евгеньевна
Опокина Ольга Леонидовна
Молокитина Надежда Сергеевна

Были заданы следующие вопросы:

На все вопросы Бутаков В.И. дал исчерпывающие ответы.

По итогам обсуждения диссертационной работы на заседании ученого совета ИКЗ ТюмНЦ СО РАН принято следующие **заключение:**

Диссертационная работа Бутакова Владислава Игоревича «Особенности формирования геохимического состава подземных льдов Карского региона» актуальна, рекомендована к защите в диссертационном совете Д 003.022.01 при Институте земной коры СО РАН по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Актуальность работы. Криогенные изменения концентрации веществ в водах и отложениях могут быть использованы при изучении условий промерзания и протаивания мерзлых толщ. По ионному составу подземных льдов не всегда удастся определить источник поступления воды. Содержание и состав микроэлементов во льдах могут служить показателем природных условий и формирующих лед процессов. Информация о составе, льдистости и геохимических особенностях мерзлых пород необходима для экологической оценки при освоении нефтегазоконденсатных месторождений Ямала, Гыдана и Таймыра.

Подземные льды, включения солей и микроэлементов в них, их концентрирование в процессе льдообразования являются основным источником информации об условиях их формирования в мерзлых толщах.

Экологическая безопасность предприятий и объектов в условиях Арктики зависит от глобальных изменений климата и характера техногенного воздействия. Выявление локального геохимического фона является актуальной задачей для прогнозирования.

Изучение особенностей формирования химического состава мерзлых отложений и возможных последующих его изменений необходимо для прогнозирования химического состава подземных вод, образующихся в процессе протаивания, а также для использования этих показателей при изучении условий промерзания отложений и характера антропогенных геохимических преобразований.

Цель работы: установить взаимосвязи химического состава, миграции и взаимодействия микроэлементов при формировании подземных льдов в зависимости от природных условий и типа промерзания.

Основные задачи: 1. Изучить существующие представления о формировании ионного и микроэлементного состава подземных льдов; и разработать алгоритм обработки результатов химических анализов подземных льдов.

2. Установить химический состав отложений, вмещающих полигонально-жильные льды и пластовые льды на ключевых участках Карского региона.

3. Установить ионный и микроэлементный состав полигонально-жильных, пластовых и текстурообразующих льдов; провести расчет геохимических показателей, обусловленных источником вод и механизмом льдообразования.

4. Выявить влияние типа льдовыделения на формирование химического состава различных генетических типов льдов и составить базу данных микроэлементного состава подземных льдов Карского региона.

Научная новизна работы:

1. Авторский комплекс программ для обработки данных ионного и микроэлементного состава льда и воды; водорастворимых, подвижных, валовых форм элементов позволяет выявлять аномалии и особенности распределения микроэлементов в составе льдов на основе статистических параметров и парного корреляционно-регрессивного анализа. Впервые с применением программного комплекса собрана база данных ионного и микроэлементного состава подземных льдов Карского региона; проведено сравнение и нормализация данных по значениям кларков, содержанию редкоземельных элементов в стандартном сланце.

2. Выявлены различия содержаний микроэлементов и распределений лантаноидов в полигонально-жильных льдах в зависимости от источников – морских или континентальных аэрозолей и вмещающих отложений.

3. Впервые установлены различия в ионном и микроэлементном составе пластовых сегрегационных и инъекционно-сегрегационных льдов в зависимости от типа льдообразования и источника вод.

Личный вклад автора. Фактический материал и личный вклад автора. Автором проанализированы вопросы о состоянии изученности микроэлементного и гидрохимического состава подземных льдов, о существующих методах аналитических исследований и интерпретации результатов.

В экспедициях 2016-2018 гг. собраны образцы льда, воды и пород на п-ве Гыдан, Пур-Тазовском междуречье. Автором проведены аналитические исследования ионного состава 24 расплавов льда, 5 поверхностных вод и водорастворимых солей 15 пород в Лаборатории физики и механики грунтов ООО «ТюменьПромИзыскания» и в Аналитической лаборатории физики, химии и механики мерзлых грунтов Тюменского индустриального университета.

Для исследований ИКЗ ТюмНЦ СО РАН предоставлены результаты геохимических анализов химического состава льдов отобранных за период 2008–2019 гг. Фондовые данные представляли собой результаты ионного (14 показателей) и элементного анализа (58 элементов) 93 проб льда: 32 – полигонально-жильного, 27 – пластового, 7 – клиновидного, 11 – текстурообразующего, 15 – озерного и морского, 1 – фирнового; 3 пробы

поверхностных вод; состав водорастворимых солей и подвижных форм элементов 12 проб вмещающих отложений.

Автором разработан алгоритм обработки количественных характеристик «Geoschem Anomaly» и собрана база данных геохимического состава генетических типов подземных льдов Карского региона.

Достоверность результатов исследования обеспечивается представительностью и достаточным количеством анализируемых образцов для статистической обработки. Аналитические исследования были проведены в аккредитованных лабораториях. На базе лаборатории гидрохимии и химии атмосферы Лимнологического института СО РАН (г. Иркутск) по стандартным методикам определен ионный и элементный состав льда и отложений. Часть аналитических исследований по определению ионного состава были проведены в аналитической лаборатории физики, химии и механики мерзлых грунтов Тюменского индустриального университета и в лаборатории физики и механики грунтов ООО «ТюменьПромИзыскания». Обеспечение аналитической репрезентативности химических данных осуществлялось посредством внутрилабораторного контроля и оценкой качества результатов, полученных разными методами.

Практическая значимость работы. Химический состав подземных льдов может служить критерием при реконструкциях палеогеокриологических условий региона. Применение особенностей распределения микроэлементов во льду в составе комплексного криолитологического анализа позволяет более точно различать генетические типы льда. Сведения о миграции и накоплении химических элементов в области распространения мерзлых пород необходимы для прогнозов загрязнений литосферы при ее хозяйственном освоении. Методы и опубликованные геохимические особенности льдов могут быть использованы для подготовки специалистов геологического и геохимического направлений. Разработанный программный комплекс позволяет проводить анализ результатов ионного и элементного состава воды и пород для выявления геохимических аномалий и техногенной нагрузки.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований, положенные в основу диссертационной работы, были обсуждены на 5 российских и 4 международных конференциях: Всероссийская молодежная конференция «Строение литосферы и геодинамика» (Иркутск, 2021); Всероссийская конференция с международным участием «Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне» (Якутск, 2020); Международная научно-практическая конференция «АРКТИКА: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе» (Тюмень, 2019); Всероссийская научная конференция «Взаимодействие элементов природной среды в высокоширотных условиях» (Сочи, 2019); Национальная научно-практическая конференция с международным участием «НЕФТЬ И ГАЗ: технологии и инновации» (Тюмень, 2019); XX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Проблемы развития газовой промышленности» (Тюмень,

2018); Международная конференция «Криосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее» (Пушино, 2017); XI Международный симпозиум по проблемам инженерного мерзлотоведения (Магадан, 2017); The 2nd Asian Conference on Permafrost (Саппоро, Япония, 2017); Международная молодёжная научно-практическая конференция «Научная и производственная деятельность – средство формирования среды обитания человечества» (Тюмень, 2017).

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 16 статьях и тезисах, из них 5 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и доложены на 8 российских и международных конференциях. Работы написаны в соавторстве с аспирантами и специалистами, которые не имеют возражений против защиты. Вклад соискателя в публикации с соавторами составляет более 50 %.

Список основных публикаций по теме диссертации **Научные публикации, входящие в список ВАК Минобрнауки**

России:

1. Бутаков В.И., Слагода Е.А., Опокина О. Л., Томберг И.В., Жученко Н.А. Особенности формирования гидрохимического и микроэлементного состава разных типов подземных льдов мыса Марре-Сале // Криосфера Земли, 2020, т. XXIV, № 5, с. 29–44. doi.org/10.21782/KZ1560-7496-2020-5(29-44)

2. Бутаков В.И., Слагода Е.А., Тихонравова Я.В., Опокина О. Л., Томберг И.В., Жученко Н.А. Гидрохимический состав и редкоземельные элементы в полигонально-жильных льдах ключевых районов криолитозоны Карского региона // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2020, т. 331, № 2, С. 78-91. doi: 10.18799/24131830/2020/2/2483.

3. Бутаков В.И., Тихонравова Я.В., Слагода Е.А. Закономерности формирования геохимического состава подземных льдов и отложений на севере полуострова Гыдан // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – № 5 (131). – С. 30-40.

4. Тихонравова Я.В., Лупачёв А.В., Слагода Е.А., Рогов В.В., Кузнецова А.О., Бутаков В.И., Симонова Г.В., Таратунина Н.А., Муллануров Д.Р. Строение и формирование ледогрунтовых жил второй озёрно-аллювиальной террасы на севере Гыдана в позднем неоплейстоцене-голоцене // Лёд и Снег. – 2019. – т. 59. – № 4, с. 557–570.

5. Тихонравова Я.В., Слагода Е.А., Рогов В.В., Бутаков В.И., Лупачёв А.В., Кузнецова А.О., Симонова Г.В. Гетерогенное строение полигонально-жильных льдов в торфяниках Пур-Тазовского междуречья // Лёд и Снег, 2020, т. 60, № 2. С. 225-238.

Другие научные публикации

6. Бутаков В.И., Слагода Е.А. Связь химического состава с условиями формирования линзовидного пластового льда в аллювиальных отложениях на севере п-ва Гыдан / Строение литосферы и геодинамика: материалы

Всероссийской молодежной конференции (Иркутск, 11–16 мая 2021 г.). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2021. – С. 55–57.

7. Бутаков В.И., Слагода Е.А., Тихонравова Я.В. Микроэлементный состав и кристаллическая структура сезонных льдов в районе м. Марре-сале / Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне: материалы Всероссийской конференции с международным участием (Якутск, 28-30 сентября 2020 г.), ИМЗ СО РАН, С. 69–72.

8. Бутаков В.И. Техногенное загрязнение полигонально-жилых и сезонных льдов севера Западной Сибири // Нефть и газ: технологии и инновации: материалы Национальной научно-практической конференции (Тюмень, 7-8 ноября 2019 г.), ТИУ, т. 2, с. 12–14.

9. Бутаков В.И., Слагода Е.А. Криогенное концентрирование и миграционная способность элементов при формировании подземных льдов // Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе: материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 27 ноября 2019 г.): в 2 т. Тюмень, 2020. С. 47-50.

10. Слагода Е.А., Тихонравова Я.В., Бутаков В.И., Опокина О.Л. Проблемы полевых исследований пластовых льдов в разрезах многолетнемёрзлой толщи м. Марре-Сале Западного Ямала (итоги 2008-2019 гг.) / Тезисы докладов всероссийской научной конференции «Взаимодействие элементов природной среды в высокоширотных условиях» / под. ред. В.М. Котлякова, А.Я. Муравьева – Сочи, 25–28 сентября 2019 г. С. 61–62.

11. Бутаков В.И., Тихонравова Я.В. Гидрохимия поверхностных вод и подземных льдов полуострова Гыдан / Проблемы развития газовой промышленности: сборник тезисов докладов XX науч.-практич. конф. молодых ученых и специалистов / ООО "Газпром проектирование": гл. ред. д-р техн. наук В.Н. Маслов. – Тюмень, 22-25 октября 2018 г. С. 17–18.

12. Тихонравова Я.В., Слагода Е.А., Бутаков В.И., Курчатова В.В. Формирование льда-полосатика // Материалы XI Международного симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения, г. Магадан (Россия), 5 – 8 сентября 2017 г. С. 332.

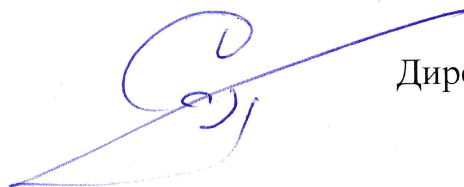
13. Tikhonravova Y.V., Slagoda E.A., Butakov V.I. Heterogeneous formation of Holocene ice wedge within peatland on Gydan Peninsula // The 2nd Asian Conference on Permafrost, 2–6 July 2017, Sapporo, Japan.

14. Tikhonravova Ya.V., Galeeva E.I., Kurchatov V.V., Butakov V.I., Slagoda E.A. Structure and texture of ice wedge complex under the drained lakes (Gydan Peninsula, Russia) / Pushchino Permafrost Conference «Earth's Cryosphere: Past, Present and Future – Book of Abstracts, 5 – 8 June 2017. P. 38-40.

15. Butakov V.I., Tikhonravova Ya.V., Slagoda E.A. Geochemistry of deposits and ice wedge of khasyrey on the north Gydan Peninsula / Pushchino Permafrost Conference «Earth's Cryosphere: Past, Present and Future – Book of Abstracts, 5 – 8 June 2017. P. 90-91.

16. Тихонравова Я.В. Бутаков В.И., Слагода Е.А. Кристаллическая структура льда термоабразионной ниши / Научная и производственная деятельность – средство формирования среды обитания человечества: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / отв. ред. М.Р. Садуртдинов, В.Ю. Хорошавин. – Тюмень: ТИУ, 2017. С. 278-285.

Диссертационная работа **«Особенности формирования геохимического состава подземных льдов Карского региона» Бутакова Владислава Игоревича** рекомендуется для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. Заключение принято на заседании ученого совета ИКЗ ТюмНЦ СО РАН. Присутствовали 15 чел., протокол № 02 от 25 10 2021 г.



Директор ИКЗ ТюмНЦ СО РАН
М.Р. Садуртдинов