

Высокие показатели цветности, содержание Fe (до 7 ПДК), содержание аммиачного азота, нитратов (до 2 ПДК), колеблющиеся по сезонам года, обусловлены природным происхождением, т. к. в целях водоснабжения используется современный аллювиальный незащищённый горизонт.

Нецентрализованным водоснабжением обеспечено 22,8 % населения.

Не имеет питьевого водоснабжения население сельской местности Заполярного района при отсутствии подземных источников водоснабжения (левобережье р. Печоры, побережье Баренцева моря) [3].

Норма потребления воды на работника ООО «Башнефть-Полюс» при освоении нефтяных месторождений им. Р. Требса и им. А. Титова составляет 25 л/сут. Хозяйственно-питьевое водоснабжение обеспечивается привозной водой, доставляемой из пос. Варандей (в пластиковых бутылках объёмом 10 л) [5].

В период 2017–2019 гг. удельный вес населения Архангельской обл., обеспеченного качественной питьевой водой, снизился на 13,2 % (с 76,6 до 63,4 %), а населения, обеспеченного некачественной питьевой водой, увеличился с 14,5 до 21,8 %. Численность населения, обеспеченного привозной водой, которая не исследовалась, в 2019 г. составила 2 325 чел. [1].

В течение 2019 г., в исследованных пробах воды пунктов хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования населения Ненецкого, Чукотского АО, Республики Саха (Якутия), Архангельской обл. возбудители патогенной микрофлоры не обнаружены.

Анализ состояния проблем обеспечения качественной питьевой водой населения Арктической зоны РФ показал, что разрешение может обеспечить федеральный проект «Чистая вода» национального проекта «Экология».

Библиографические ссылки

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Архангельской области в 2019 году». Архангельск, 2020.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Саха (Якутия) за 2019 год. Якутск, 2020.
3. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ненецкого автономного округа в 2019 году». Нарьян-Мар, 2020.
4. Материалы государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Чукотском автономном округе в 2019 году». Анадырь, 2020.
5. Предварительные материалы оценки воздействия на окружающую среду к материалам обоснования инвестиций в обустройство месторождений им. Р. Требса и им. А. Титова. ОАО АНК «Башнефть». Т. 2.1. СПб. : ООО «Центр экол. проектирования, инжиниринга и инноваций», 2011.
6. Проект Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году». М. : МПР, 2020.

УДК 622.324(985)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НЕФТЕДОБЫЧИ В КРИОЛИТОЗОНЕ

С. К. Мустафин, Р. Р. Сафаргалина

Башкирский государственный университет, географический факультет, ул. Карла Маркса 3/4,
450008 Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация; sabir.mustafin@yandex.ru

Комплексные инженерно-геологические исследования многолетнемёрзлых грунтов площадей размещения нефтяных месторождений им. Р. Требса и им. А. Титова включали термометрию, литоло-

гический и гранулометрический анализ, определение удельного электрического сопротивления, солёности и др. инженерно-геологических элементов.

Актуален мониторинг геологической среды объектов недропользования криолитозоны на всех стадиях их жизненного цикла.

Ключевые слова: криолитозона; Арктика; риски недропользования; многолетнемёрзлые грунты; инженерно-геологический мониторинг.

Криолитозона распространена на суше всех континентов Земли. Многолетнемёрзлые породы занимают площадь порядка 36 млн км², что составляет около 24 % поверхности суши; криолитозона покрывает около 70 % территории Российской Федерации, 50 % – Канады, 60 % – шт. Аляски (США) и др.

Криолитозона Арктики является объектом комплексного исследования и мониторинга многочисленных международных проектов научных проектов.

На рис. 1 показано расположение точек наблюдения, включённых в глобальную сеть мониторинга температуры мерзлоты, включая объекты России, в рамках проекта Thermal State of Permafrost в Северном полушарии [1].

Многолетнемёрзлые грунты (ММГ) развиты на всей территории континентальной части Арктики.

Поскольку успешность освоения минеральных месторождений Арктики во многом определяется специфическими инженерно-геологическими условиями криолитозоны, исследования и мониторинг её состояния и сохранности в условиях растущей техногенной нагрузки весьма актуальны.

Объекты изучения криолитозоны – месторождения им. Р. Требса и им. А. Титова (рис. 2) Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции – расположены в северной части Печорской низменности – регионе массивно-островного развития (25–75 % площади) толщ ММГ.

Актуальна проблема инженерно-геологического мониторинга ММГ криолитозоны Арктики – области повышенного интереса недропользователей.

Зональное распространение ММГ и формирование их температурного режима обусловлены региональными факторами: рельефом, составом приповерхностных (в слое с годовыми колебаниями температуры) грунтов, особенностями площадного распределения и плотности снежного покрова.

Многолетнемёрзлые биогенные, так и минеральные (супеси, суглинки, глины) грунты залегают под слоем сезонного протаивания. («сливающаяся мерзлота»); на гл. 10,0 м средняя годовая температура грунтов составляет –2,9 °С. Криогенное строение и льдистость эпигенетически сформировавшихся ММГ объектов исследования определяются литологическим составом, исходной влажностью перед промерзанием и условиями промерзания [2].

Сезонное и многолетнее пучение, термокарст, термоэрозия, криогенное растрескивание, вымораживание каменного материала, солифлюкция, наледообразование обуславливают риски недропользования в криолитозоне.

Процесс сезонного оттаивания грунтов начинается в первой декаде июня и заканчивается, как правило, в сентябре. Сезонное промерзание грунтов начинается в первой декаде октября; в январе-феврале на участках «сливающейся мерзлоты» происходит смыкание промерзающего слоя с ММГ, в пределах таликов промерзание заканчивается к маю. Максимальные глубины сезонно-талого (СТС) и сезонно-мёрзлого (СМС) слоёв характерны для песчаных и песчано-суглинистых грунтов составляя, в основном, около 1,5 м, достигая в отдельных случаях гл. 2,0 м.

Криолитозона изучалась по замерам температур ММГ в скважинах.

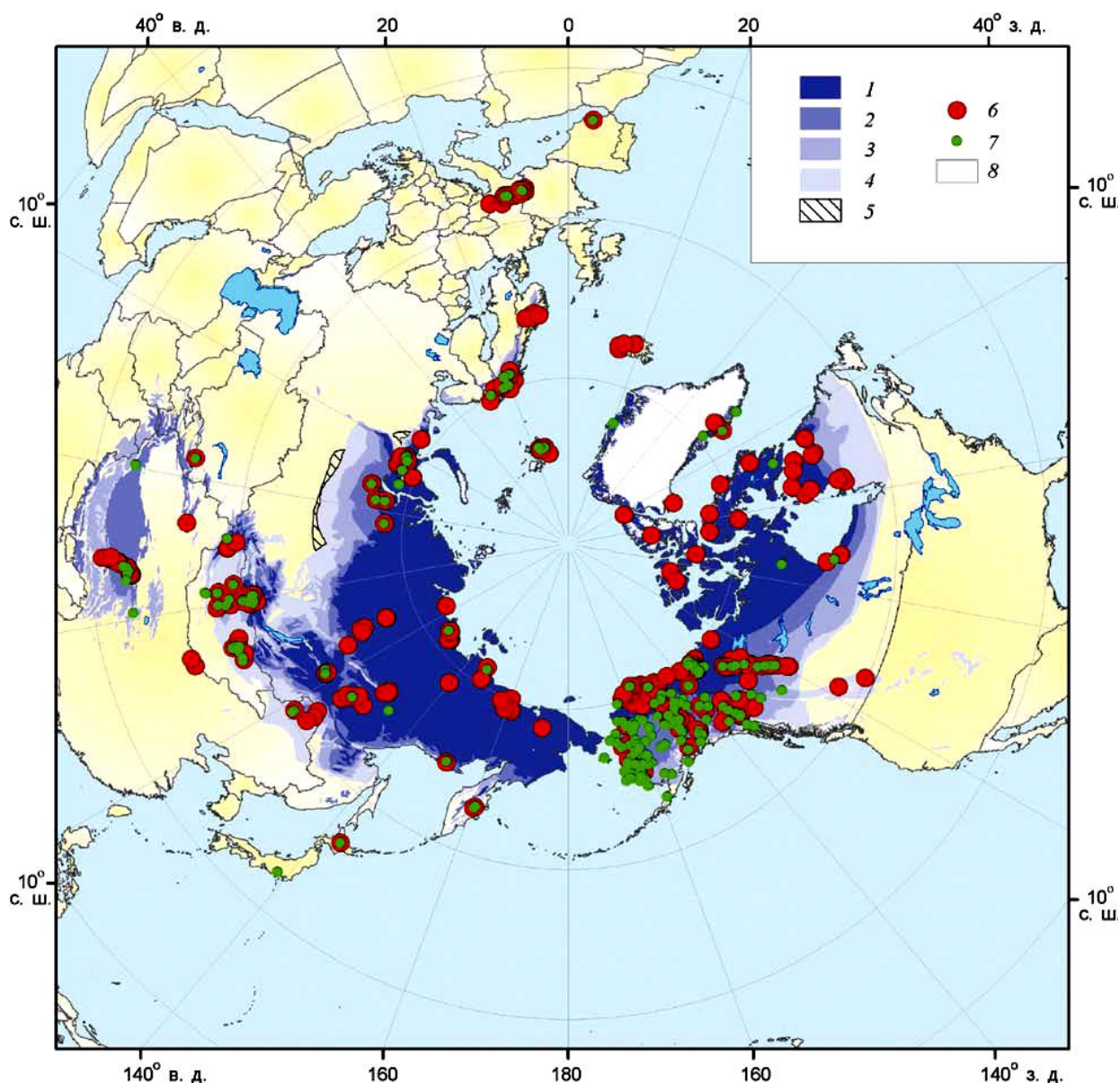


Рисунок 1 – Расположение точек наблюдения, включенных в глобальную сеть мониторинга температуры мерзлоты в рамках проекта Thermal State of Permafrost в Северном полушарии [1]
Мерзлота: сплошная (1), прерывистая (2), островная (3), редкоостровная (4), реликтовая (5). *Скважины*: глубокая (6), мелкая (7), лёд (8) [1].

Средняя годовая температура грунтов месторождения им. Р. Требса изменяется от $-1,4$ до $-2,7$ °C, среднее значение составляет $-2,04$ °C.

Средняя годовая температура грунтов месторождения им. А. Титова (на гл. 10,0 м) изменяется от $-0,1$ до $-2,2$ °C, среднее значение составляет $-1,4$ °C.

Исследованные ММГ месторождения им. Требса обладают относительно более низкой температурой, что обусловлено более северным расположением.

Полевые геофизические методы исследования ММГ широко применяются при инженерно-геологических исследованиях объектов криолитозоны и позволяют решать следующие задачи: картирование мёрзлых и талых отложений; расчленение мёрзлых и талых горных пород по глубине; изучение мерзлотных процессов и явлений.

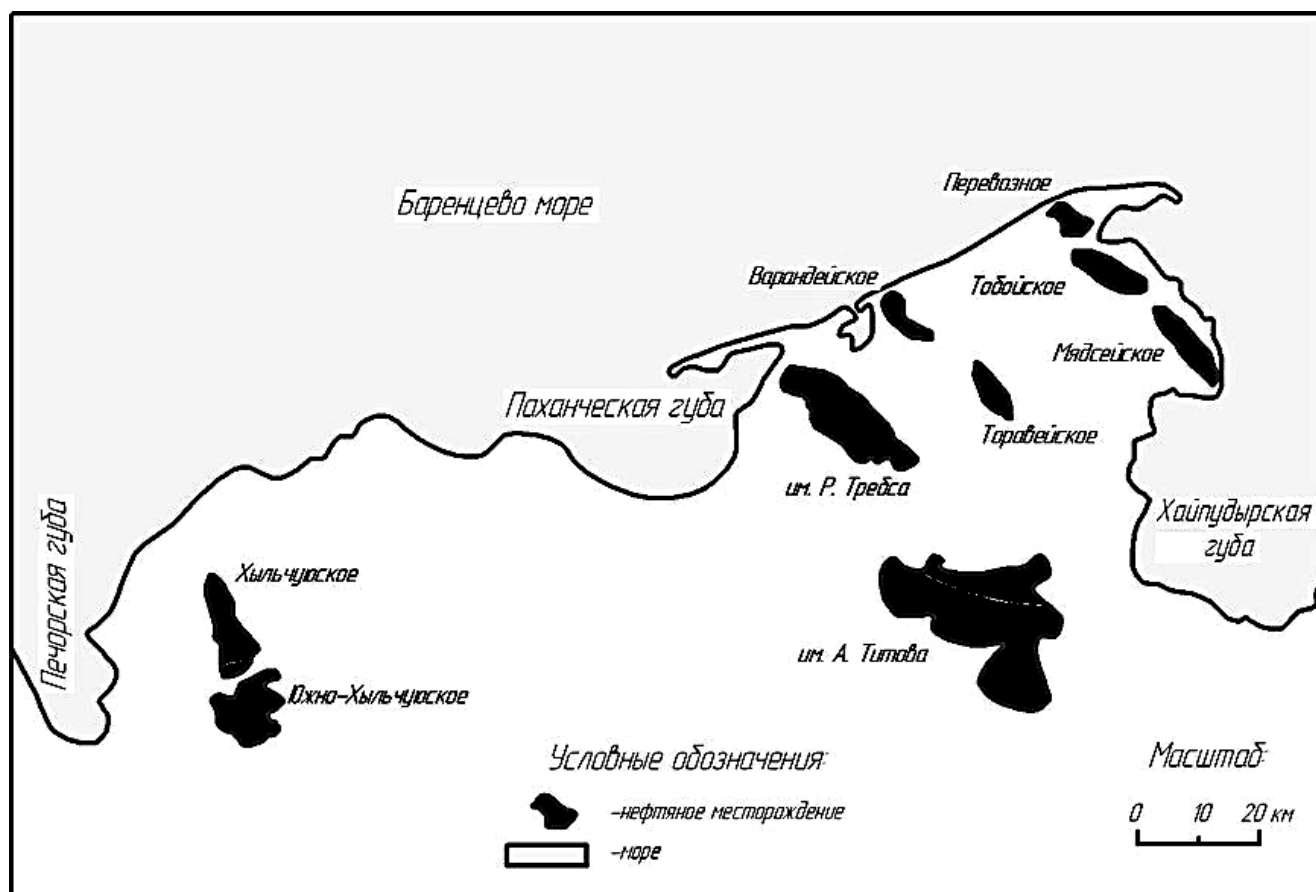


Рисунок 2 – Месторождения углеводородов прибрежной зоны юго-восточной части Баренцева моря

Для районов распространения ММГ и льдов характерны особенные типы мерзлотно-геофизических разрезов, что обусловлено физическими свойствами горных пород при отрицательных температурах.

Результаты исследования удельного электрического сопротивления (УЭС) ММГ различных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) позволили (табл.): установить положение в разрезе верхней границы развития ММГ; определить значения величин удельного электрического сопротивления для различных ИГЭ изученных разрезов ММГ объектов криолитозоны; уточнить границы развития талых комплексов, как в плане, так и на глубину.

Полевые наблюдения проводились по методике вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) методом статического зондирования.

Результаты анализа водных вытяжек показали, что ледниково-морские пески являются среднесолёнными и слабозолёнными, супеси, суглинки и глины – слабозолёнными, ледниковые отложения – незолёнными, многолетнемёрзлые пески мелкие – слабозолёнными с морским типом засоления. Степени засоленности ММГ обоих месторождений находятся в пределах одного диапазона – $D_{sal} = 0,070\text{--}0,332\%$, причём для основной части грунтов засоленность определяется в диапазоне до $D_{sal} = 0,180\%$ (рис. 3).

При строительстве и эксплуатации объектов нефтедобычи на территориях криолитозоны, происходит изменение температуры ММГ, что ведёт в свою очередь к изменению их физико-механических свойств и снижению несущей способности основания.

В связи с этим в криолитозоне особое значение приобретает определение физико-механических характеристик и температуры ММГ как в полевых, так и в лабораторных усло-

виях на этапе проведения инженерно-геологических изысканий, для дальнейшего проектирования и мониторинга объектов.

Промышленное освоение данных месторождений началась сравнительно недавно и выполнение инженерно-геологических исследований в криолитозоне закладывает надёжный фундамент на весь срок эксплуатации объектов нефтедобычи.

Таблица – Обобщённые данные об изменении УЭС ММГ объектов исследования, Ом · м

ИГЭ	Месторождения	
	им. Р. Требса	им. А. Титова
Глина мёрзлая	30–50	30–45
Глина талая	20–30	10–20
Суглинки высокольдистые	190–380	200–400
Суглинки льдистые	100–200	100–200
Суглинки слабольдистые	55–85	60–90
Суглинки талые	20–51	30–50
Супесь льдистая	280–390	300–400
Супесь слабольдистая	200–290	200–290
Супесь талая	100–200	100–200
Песок слабольдистый	500–1 500	100–1 500
Песок талый	300–600	300–600
Торф мёрзлый	800–1 500	800–900
Торф талый	19–30	40–100
Гравийный грунт слабольдистый	900–1 900	1 600–1 900
Гравийный грунт талый	300–500	300–500
Лёд	2 500–3 500	2 000–4 000

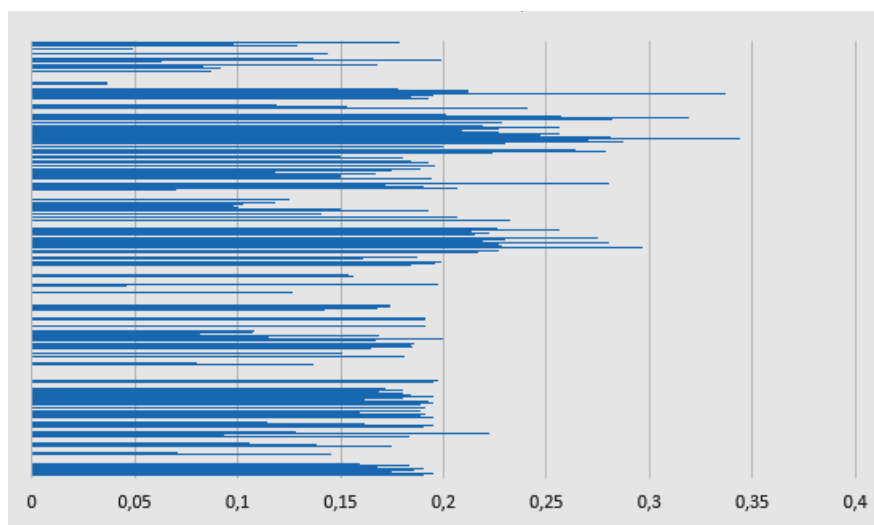


Рисунок 3 – Степени засоленности D_{sal} ММГ территории исследования, %

По условиям залегания относительно толщ ММГ в пределах исследуемой территории выделяются две категории грунтовых вод, циркулирующих в верхней части разреза четвертичных песчано-суглинистых осадков: надмерзлотные грунтовые воды слоя сезонного оттаивания; надмерзлотные грунтовые воды в таликах радиационно-теплового генезиса, приуроченных к межблочным понижениям, полосам стока, долинам водотоков.

Результаты комплексного исследования ММГ будут использованы для обеспечения снижения инженерно-геологических рисков недропользования в условиях криолитозоны, как

важного элемента системы нефтегазового инжиниринга объектов арктической зоны РФ. Инженерно-геологический мониторинг необходим для управления рисками всех стадий жизненного цикла.

Библиографические ссылки

1. Анисимов О. А., Анохин Ю. А., Лавров С. А., Малкова Г. В. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем // Континент. многолетняя мерзлота. М. : Росгидромет, 2012. С. 301–359.

2. Предварительные материалы оценки воздействия на окружающую среду к материалам обоснования инвестиций в обустройство месторождений им. Р. Требса и им. А. Титова. ОАО АНК «Башнефть». Т. 2.1. СПб. : ООО «Центр экол. проектирования, инжиниринга и инноваций», 2011.

УДК 551.31

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ КАК БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА РЕГИОНОВ

С. К. Мустафин¹, А. Н. Трифонов², К. К. Стручков³

¹Башкирский государственный университет, географический факультет, ул. Карла Маркса 3/4, 450008 Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация; sabir.mustafin@yandex.ru

²Ленинградский государственный университет, факультет естествознания, географии и туризма, Петербургское ш. 10, 196605 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация; tan-geo@mail.ru

³Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, геологоразведочный факультет, ул. Кулаковского 50, 677000 Якутск; kk.struchkov@s-vfu.ru

Геологические памятники природы Ленинградской обл., Республики Саха (Якутия), Республики Башкортостан рассматриваются как базовые системообразующие элементы экологического каркаса регионов. Обоснована актуальность изучения геологических памятников природы для экологической подготовки профессиональных природопользователей.

Ключевые слова: геологический памятник природы; экологический каркас региона.

Геологические памятники природы (ГПП) являются системообразующими элементами структуры экологического каркаса регионов (ЭКР).

По состоянию на 2017 г. в список особо охраняемых природных территорий (ООПТ), составляющих экологический каркас Ленинградской обл., включены 52 комплекса общей площадью 5 700 км² (6 % территории области), в т. ч.: 1 заповедник, 1 природный парк (включающий 7 резерватов), 27 заказников и 17 памятников природы.

ГПП Ленинградской обл. являются 6 объектов: 1) обнажения девона и штольни на р. Оредеж у д. Борщево; 2) обнажения девона на р. Оредеж у пос. Белогорка; 3) обнажения девона на р. Оредеж у пос. Ям-Тёсово; 4) обнажения девонских и ордовикских пород на р. Саба; 5) о. Густой; 6) д. Щелейки. К геолого-гидрологическим памятникам природы отнесены: 1) оз. Красное; 2) радоновые источники и озёра в пос. Лопухинка [1].

На р. Саба обнажаются, содержащие кости рыб, красноцветные девонские песчаники, под которыми залегает «везенбергский уступ», – результат додевонской эрозии. Породы везенбергского горизонта верхнего ордовика в пределах Ленинградской обл. встречены лишь на территории Сланцевского и Киришского р-нов.

Между дд. Гимрека и Щелейки находится геологический памятник природы, представленный массивом чёрных габбро-норитов, возвышающимся до 100 м над уровнем Онежского