

Эколого-геологические условия территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения

©2025 М. А. Митрофанова[✉], И. И. Косинова, В. А. Бударина

*Воронежский государственный университет,
Университетская пл., 1, 394018, Воронеж, Российская Федерация*

Аннотация

Введение: необходимость исследований эколого-геологических условий территории обусловлена их главенствующей ролью в формировании экологических функций литосферы.

Методика: характеристика эколого-геологических условий дана на основе результатов инженерных изысканий, выполненных в период 2015–2021 гг. на участках обустройства Уренгойского месторождения. Рассмотрены следующие составляющие эколого-геологических условий: геолого-геоморфологическое строение, геокриологические условия, гидрогеологическое строение. Выполнена оценка состояния фитоценозов участков проведения инженерно-экологических изысканий.

Результаты и обсуждение: в геологическом плане наиболее древними отложениями на рассматриваемой территории являются опоки, опоковидные глины и прослой диатомовых глин серовской свиты датско-лютетского яруса палеоценовой эпохи палеогеновой системы с мощностью слоя до 90 м. К наиболее поздним образованиям относятся голоценовые аллювиальные отложения пойменных террас в виде песков, супесей, торфа, местами гравия, гальки и валунов. По результатам инженерно-геологического бурения различные участки месторождения сложены морскими и прибрежно-морскими отложениями, озерно-болотными, аллювиальными, озерно-аллювиальными и биогенными образованиями современного возраста. В литологическом отношении – это торф, суглинки, супеси и пески.

По характеру инженерно-геологических условий территорию подразделяют на три условные зоны распространения многолетнемерзлых пород (ММП): южную с островным; центральную с прерывистым; северную со сплошным.

В ходе летних полевых наблюдений уровень сезонного оттаивания на момент проведения изысканий отмечен в интервале глубин 15–50 см в южной части месторождения и 10–57 см – к северу от реки Ево-Яха.

В гидрогеологическом отношении обследуемая местность относится к Ледовой (арктической) макророзне первого от поверхности водоносного комплекса олигоцен-четвертичных отложений. Эта водоносная система состоит из разобценных, вертикально ориентированных узких желобов подруловых таликов крупных рек, чашеобразных подозерных и редких межмерзлотных таликов. Современная растительность в районе исследований представляет собой сочетание редколесий, тундровых и болотных сообществ, кустарниково-разнотравных ассоциаций и ценозов антропогенно-преобразованных местообитаний.

Выводы: проведенный анализ показал доминирующее влияние геокриологических условий на функционирование экосистем рассматриваемой территории. Наличие в толще слоя многолетнемерзлых грунтов, обуславливающих протекание геокриологических процессов, препятствующих водообмену с нижележащими горизонтами, в целом свидетельствуют о неблагоприятности эколого-геологических условий с позиций эколого-ресурсного потенциала территории.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

[✉] Митрофанова Марина Александровна, e-mail: marfa-mma@mail.ru

Ключевые слова: эколого-геологические условия, Арктическая зона РФ, многолетнемерзлые грунты, гидрогеологическое строение, фитоценозы.

Для цитирования: Митрофанова М. А., Косинова И. И., Бударина В. А. Эколого-геологические условия территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2025. № 2. С. 62–75. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/2/62-75>

Введение

Под эколого-геологическими условиями понимается обстановка, создаваемая комплексом современных морфологически выраженных геологических факторов, которые влияют на особенности жизнедеятельности биоты, включая человека, в рамках эколого-геологической системы [1, 2]. Наиболее важные геологические особенности территории, рассматриваемые в ходе эколого-геологических исследований, формируют основные экологические функции литосферы, изучение которых является главенствующей задачей экологической геологии [3, 4].

Объект и методы исследований

Наиболее значимым и интенсивно осваиваемым нефтегазовым регионом Арктической зоны РФ на сегодняшний день является Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО). Здесь сосредоточены такие крупные месторождения нефтегазоконденсатов как Ямбургское, Уренгойское, Бованенковское, Тазовское, Южно-Русское, Медвежье и другие.

В качестве объекта эколого-геологических исследований на территории ЯНАО авторами выбрано Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение (УНГКМ), как наиболее репрезентативное в обозначенном регионе с точки зрения его размещения сразу в двух соседствующих географических поясах (Бореальном и Полярном) [5], что позволяет охватить многообразие ландшафтных разностей и зоны распространения ММП от островной до сплошной.

УНГКМ, расположенное в Надымском и Пуровском районах ЯНАО, было открыто в 1966 году с начальными запасами газа – 10,9 м³. Добыча газа была начата в 1987 году. Общая площадь Уренгойского месторождения на сегодняшний день составляет более 11 000 км². Месторождение входит в группу месторождений Надым-Пур-Тазовского нефтегазоносного региона. Согласно данным сводного государственного реестра участков недр и лицензий в пределах Уренгойского НГКМ зарегистрировано более 15 лицензионных участков, наиболее крупными из которых являются Уренгойский, Песцовый, Самбургский и Олимпийский.

В состав Уренгойского месторождения входит три основных горизонта, содержащих углеводороды. 1) Сеноманские залежи, характеризующиеся глубиной залегания от 1000–1700 м, образовавшиеся в течение сеноманского века (100,5–93,9 млн лет назад) верхнего отдела мелового периода мезозойской эры. Сеноманский газ представляет собой преимущественно метан, что относит его к самым легкоизвлекаемым. 2) Валанжинские (неокомские) залежи с глубиной залегания

1700–3200 м, образовавшиеся в течение валанжинского яруса нижнего отдела мелового периода мезозойской эры (139,8–132,9 млн лет назад). Отличаются от сеноманских залежей значительным содержанием этана, пропана и газового конденсата. 3) Ачимовские отложения залегают на глубинах около 3500–4000 м и имеют гораздо более сложное геологическое строение по сравнению с сеноманскими и валанжинскими залежами. Ачимовские залежи были сформированы в течение барриас-валанжинского яруса сортымской свиты нижнего мела (145,0–132,9 млн лет назад). Залежи данного типа являются нефтегазоносными, а также наиболее труднодоступными в добыче [6, 7].

Инфраструктура УНГКМ на сегодняшний день представляет собой 16 установок комплексной подготовки газа (УКПГ), 2 центральных пункта сбора нефтепродуктов, сеть межпромысловых трубопроводов, множество кустов газовых и нефтяных скважин, карьеров песка, объекты электроснабжения, автодороги, автозимники и другие объекты производственного и хозяйственного назначения. Добываемое на месторождении сырье транспортируется по магистральному газопроводу «СРТО-Торжок», протяженностью 2200 км. Целевое назначение данного газопровода заключается в увеличении поставок газа потребителям Северо-Западного региона РФ, а также в обеспечении экспорта сырья по газотранспортной системе «Ямал-Европа».

Характеристика эколого-геологических условий территории УНГКМ дана на основе данных государственных фондов геологической информации, а также результатов инженерных изысканий, выполненных в период 2015–2021 гг. на участках обустройства месторождения.

Обсуждение результатов

Геолого-геоморфологическое строение

Территория УНГКМ располагается в пределах северной части Западно-Сибирской низменности, соответствующей площади Западно-Сибирской плиты, имеющей двухъярусное строение. Нижний ярус представляет собой фундамент плиты, а верхний ярус – мезокайнозойский платформенный чехол.

В орографическом отношении территория представляет собой Пурскую низменность (междуречье рек Надым и Пур). Поверхность низменности – заболоченная, прорезанная долинами водотоков.

В геоморфологическом отношении это абразионно-аккумулятивные морские и озерно-аллювиальные равнины. Строение поверхности равнин осложняется разнообразными отрицательными формами рельефа: речными долинами, оврагами и впадинами. Рельеф относительно ровный, поверхность плоская, слаборасчле-

ненная с полигонально-валиковым микрорельефом, с термокарстовыми понижениями, часто заболоченная. Абсолютные отметки на водораздельных пространствах составляют от 45–50 м до 60–70 м, а по долинам рек уменьшаются до 40–35 м. Абсолютная отметка поверхности Земли на изыскиваемых участках варьировала в интервале 46–65 м.

В тектоническом отношении Уренгойское месторождение расположено в пределах поднятия Пур-Надымского района Надымско-Полуйского приподнятого блока. С точки зрения новейших тектонических движений, исследуемая территория приурочена к Уренгойскому мегавалу области активных положительных линейментов [8].

Согласно *карте доплиоценовых образований* территория УНГКМ сложена палеоген-миоценовыми отложениями (рис. 1), наиболее древними из которых являются опоки, опокovidные глины и прослои диатомовых глин серовской свиты (P_{1sr}) датско-лутетского яруса палеоценовой эпохи палеогеновой системы с мощностью слоя до 90 м. Наиболее молодые из дочетвертичных отложений на рассматриваемом участке представлены песками с включениями гравия и гальки с прослоями каолиновых глин и алевритов ныдинской толщи (N_{1nd}) аквитанского и серравальского ярусов миоценового отдела неогеновой системы с мощностью толщи до 40 м.

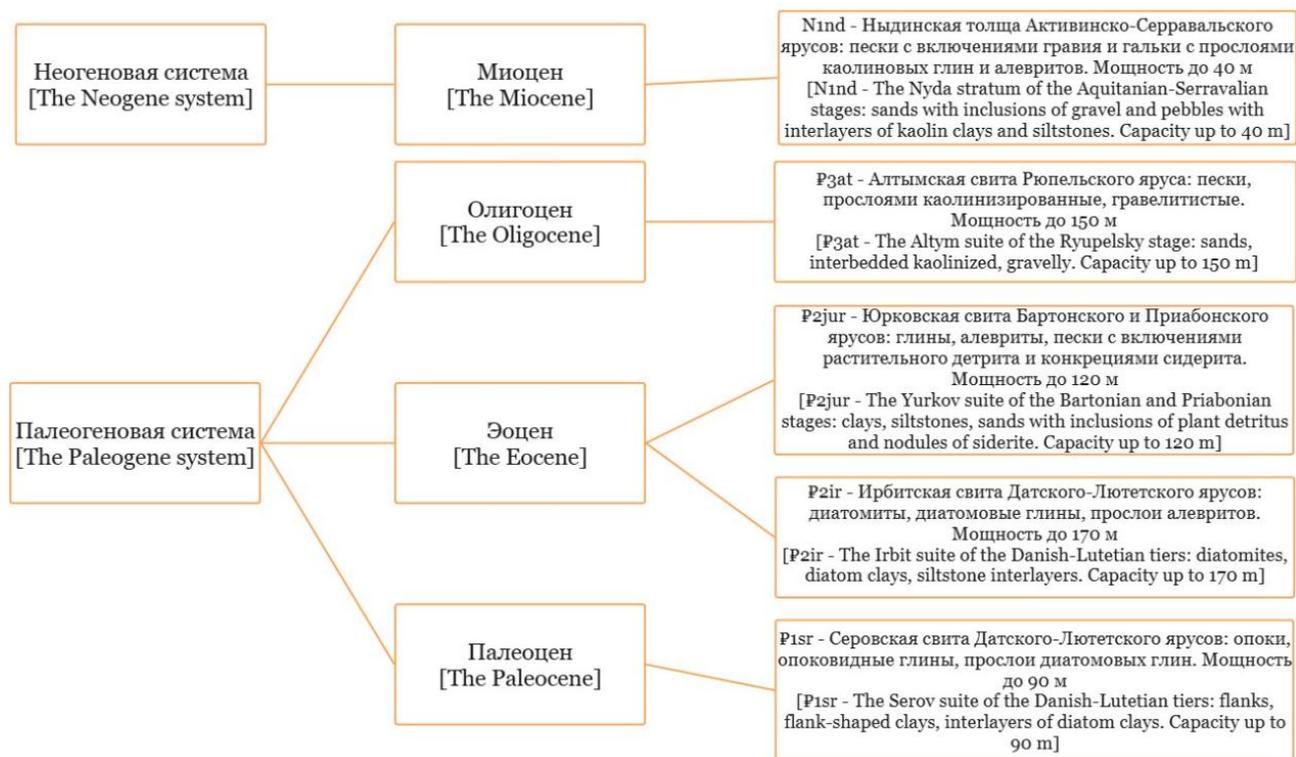


Рис. 1. Структурно-фациальное строение территории УНГКМ (доплиоценовые образования).
[Fig. 1. Structural-facies structure of the territory of the Urengoy field (pre-Pliocene formations).]

Согласно *карте плиоцен-четвертичных образований*, часть месторождения к северу от Полярного круга относится к Ямало-Гыданскому району плиоцен-четвертичных образований, к югу от линии Полярного круга – к Салехардско-Газовскому району. На рисунке 2 представлена схема структурно-фациальной дифференциации обследуемого участка. Плейстоценовые породы представлены озерно-аллювиальными отложениями надпойменных террас реки Пур: супеси, суглинки и пески различных фракций. Голоценовые осадки представляют собой преимущественно болотные отложения и техногенные грунты. На рисунке 3 приводится геологический разрез, заложенный через буровые скважины по территории Уренгойского НГКМ. Наиболее ранние образования на территории месторождения представлены морскими и аллю-

виально-морскими отложениями (диамиктоны, алевриты, алевроглины, пески, супеси, суглинки) сальмальной свиты кочковского горизонта верхнего звена эоплейстоцена. К наиболее поздним образованиям относятся Голоценовые аллювиальные отложения пойменных террас в виде песков, супесей, торфа, местами гравия, гальки и валунов.

По данным инженерно-геологических изысканий, проведенных в период 2015–2021 гг. на различных участках обустройства месторождения, разрезы до глубины бурения (до 30 м) представлены морскими и прибрежно-морскими отложениями, озерно-болотными, аллювиальными, озерно-аллювиальными и биогенными образованиями современного возраста. В литологическом отношении – это торф, суглинки, супеси и пески. В ходе исследований грунты

находились в сезонно мерзлом, мерзлом и талом состоянии. На участках изысканий фиксировались специфические грунты, которые можно разделить на три группы: 1. органогенные – торф, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотной растительности в условиях повы-

шенной влажности при недостатке кислорода и содержащий 50 и более процентов (по массе) органических веществ; 2. техногенные – насыпной грунт преимущественно в виде песка средней крупности, реже – мелкий; 3. многолетнемерзлые различного генезиса [9].

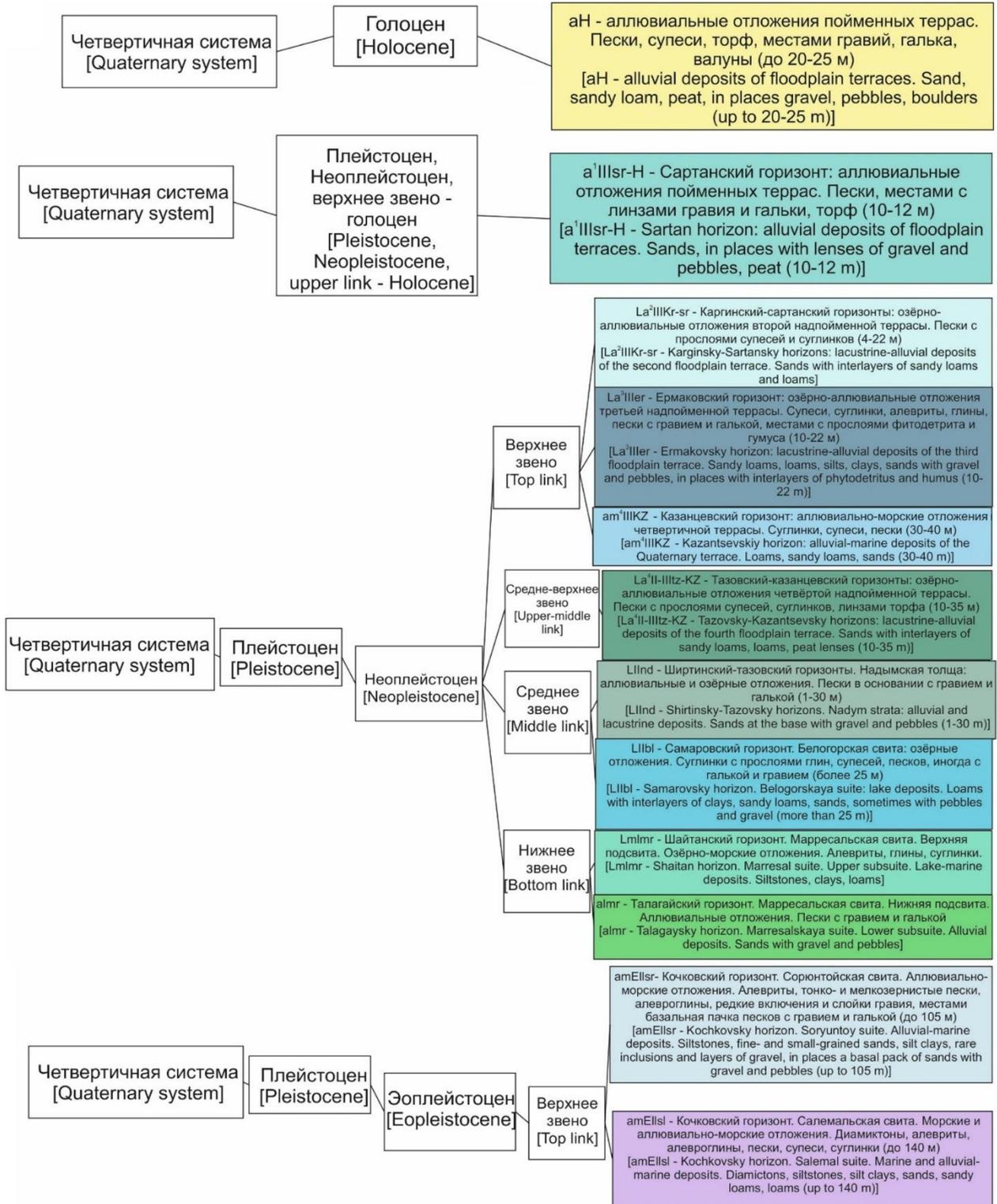


Рис. 2. Структурно-фациальное строение территории УНГКМ (плиоцен-четвертичные образования).
[Fig. 2. Structural-facies structure of the territory of the Urengoy field (Pliocene-Quaternary formations).]

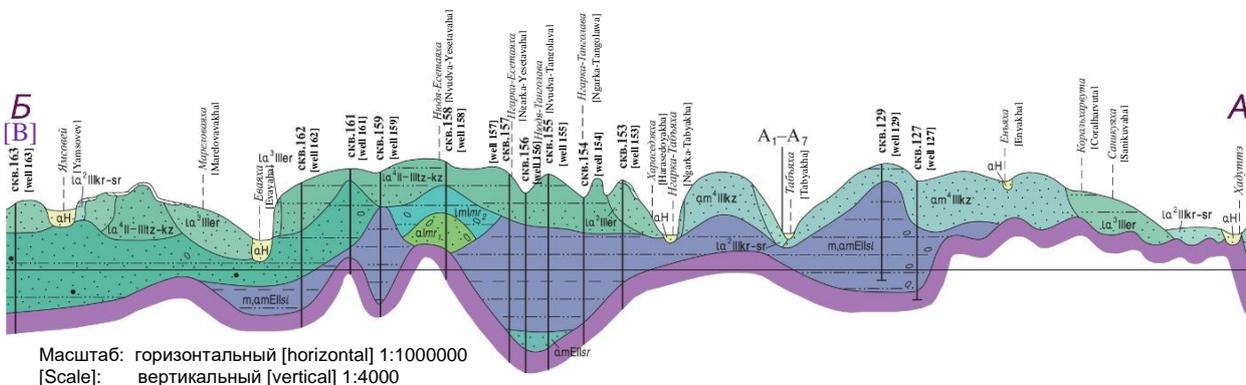
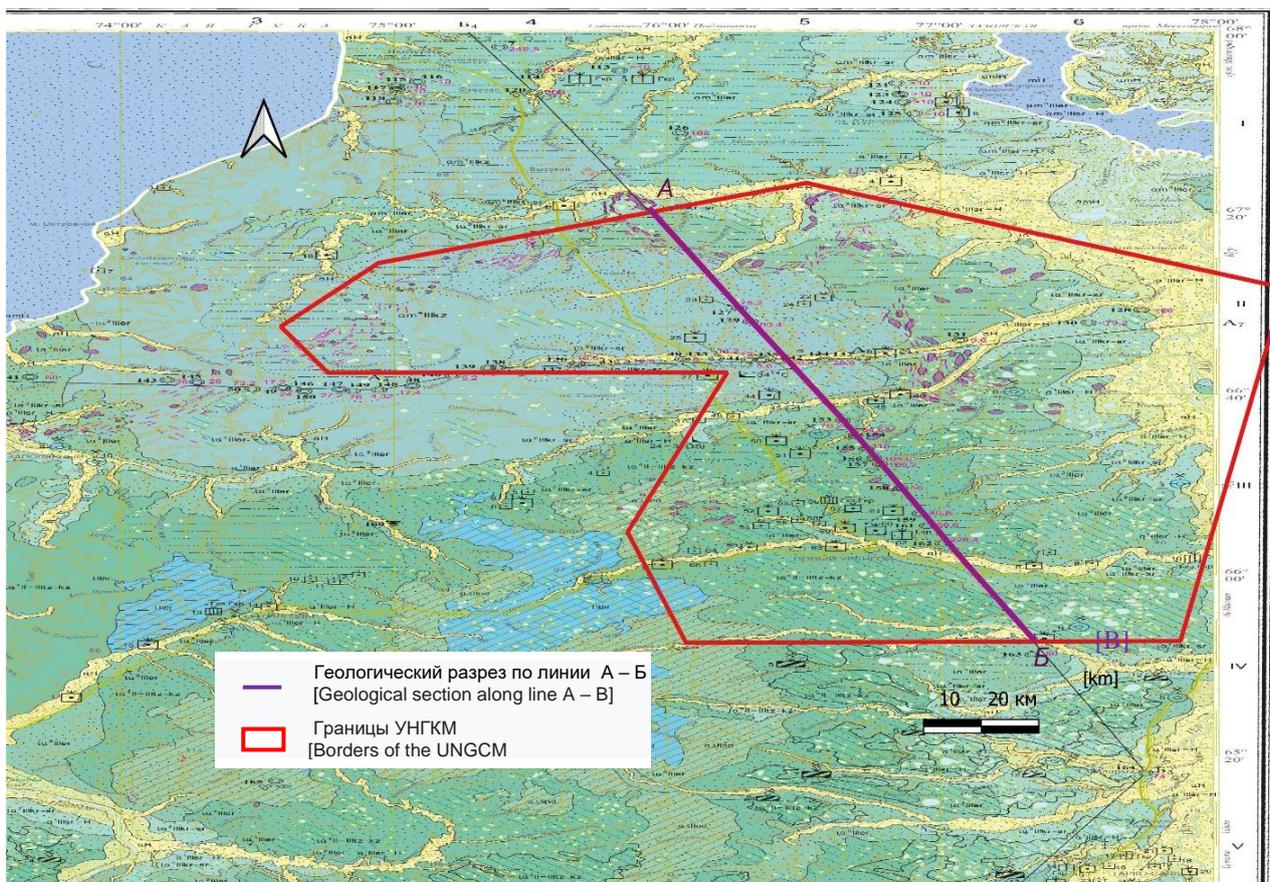


Рис. 3. Геологическая карта и разрез района исследований.
 [Fig. 3. Geological map and cross-section of the research area.]

Геокриологические условия

Согласно схеме регионального районирования Западно-Сибирской плиты по распространению и среднегодовым температурам многолетнемерзлых и талых пород [10], территория УНГКМ охватывает сразу две зоны континентальной провинции (рис. 4).

Граница между обозначенными зонами проведена авторами данного подхода к региональному районированию по появлению крупных талых массивов, вне узких прирусловых частей пойм рек. Отличительной чертой Заполярной зоны является практически сплошное распространение ММП, а талые породы здесь могут встречаться только под акваториями глубоких озер и рек. В то время как для Северной зоны характерно

совместное распространение многолетнемерзлых и сезонномерзлых пород – массивно-островное развитие ММП, талые массивы здесь встречаются также в пределах надпойменных террас, междуречных равнин и приурочены к песчаным отложениям с участками, покрытыми густым березово-лиственничным лесом. Территорию УНГКМ подразделяют на три условные зоны распространения ММП: южную с островным распространением ММП; центральную с прерывистым распространением ММП; северную со сплошным распространением ММП [11]. С позиций зависимости характера распространения и условий залегания ММП от геоморфологических уровней исследователи выделяют два типа:

- центральные водораздельные поверхности, которым присуще развитие массивов мерзлых пород сливающего типа с тальми зонами под крупными озерами;
 - краевые участки водораздельных поверхностей, примыкающие к речным долинам, где с учетом большей дренированной развиваются ММП не сливающего типа с понижением кровли мерзлого слоя на 4–10 м и более.

По литературным данным на территории УНГКМ минимальная глубина сезонного оттаивания ММП характерна для торфов – 0.5 м, а максимальная приурочена к пескам на высоко дренированных участках юга месторождения – 3.5 м. Такие различия в глубине оттаивания связаны с малой влагоемкостью песков в сравнении с переувлажненными торфами.

Для характеристики геокриологических условий обследуемой территории также использованы результаты бурения более 3 тысяч геологических скважин на различных участках обустройства УНГКМ в период с 2015 по 2021 год:

1. Многолетнемерзлые грунты представлены, как морскими, прибрежно-морскими, так и органическими

и аллювиальными четвертичными отложениями: глинами, суглинками, торфом, супесями и песками.

2. Вскрытая скважинами мощность многолетнемерзлых грунтов достигала 25.0 м.

3. Криогенная текстура многолетнемерзлых грунтов преимущественно массивная и слоистая.

4. Многолетнемерзлые грунты по содержанию легкорастворимых солей незасоленные.

Немаловажными наблюдениями являлись данные инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) летних полевых сезонов, при которых в почвенных разрезах фиксировалась глубина оттаивания ММП [12]. Для наглядности информация отображена на субмеридиональном разрезе, построенном по опорным площадкам комплексных описаний ландшафтов (ПКОЛ) – рисунок 5. Как видно на графике уровень сезонного оттаивания на момент проведения ИЭИ отмечен в интервале глубин 15–50 см в южной части месторождения и 10–57 см – к северу от реки Ево-Яха. При этом важно отметить, что фиксация в почвенном профиле слоя ММП в южной части территории происходила гораздо реже, чем в центральной и северной.

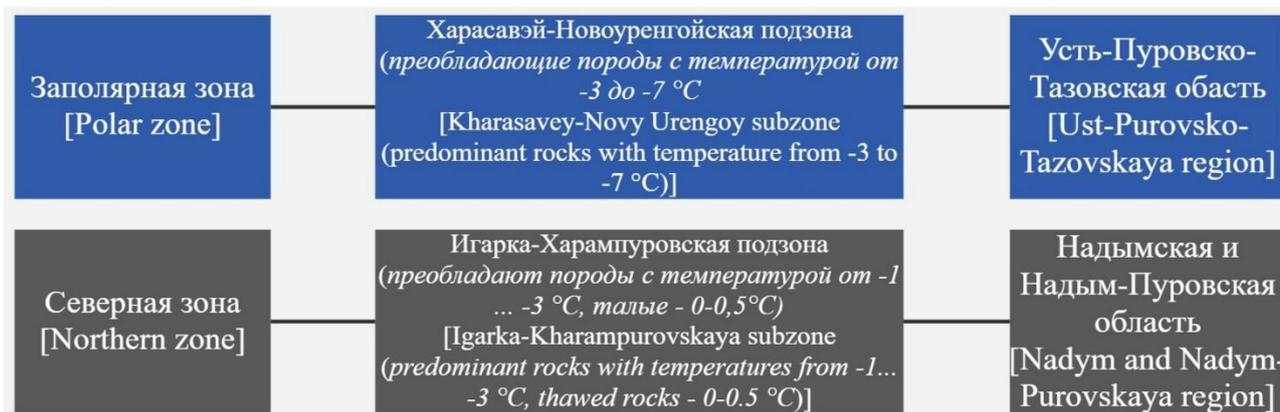


Рис. 4. Региональное районирование территории УНГКМ по распространению и среднегодовым температурам многолетнемерзлых и талых пород.

[Fig. 4. Regional zoning of the territory of the Urengoy field according to the distribution and average annual temperatures of permafrost and thawed rocks.]

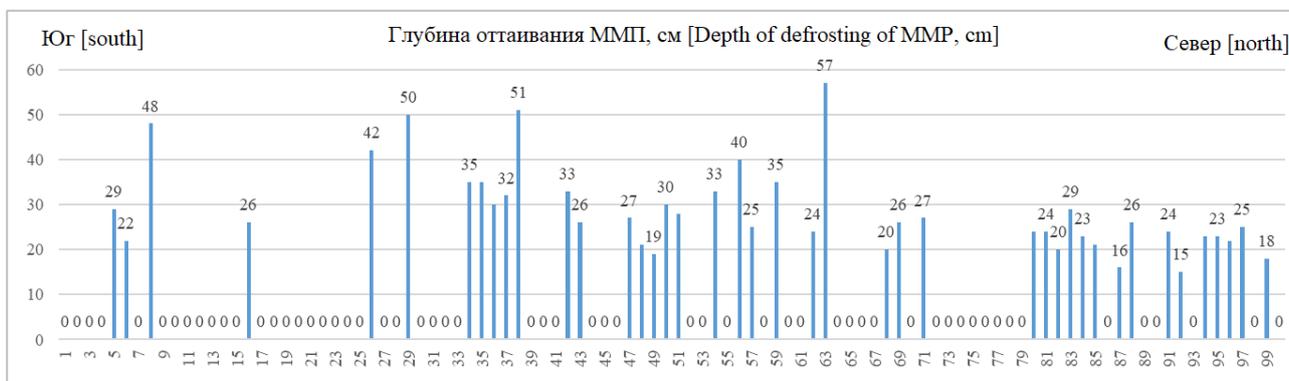


Рис. 5. Глубина оттаивания ММП на момент проведения инженерно-экологических изысканий в летние периоды 2015, 2020–2021 гг..

[Fig. 5. Depth of permafrost thawing at the time of the engineering and environmental surveys in the summer periods of 2015, 2020–2021.]

Гидрогеологическое строение

В гидрогеологическом отношении участок работ принадлежит верхнему гидрогеологическому этажу Западно-Сибирского артезианского мегабассейна и относится к бассейну стока р. Пур и его притоков. Результаты предшествующих исследований показывают, что нефтегазоносность территории Западной Сибири непосредственно связана с водоносными комплексами нижнего гидрогеологического этажа бассейна [13–16].

По данным нефтегазогеологического районирования [17, 18] территория УНГКМ отнесена к Надым-Пурской нефтегазоносной области.

Вся территория ЯНАО входит в провинцию пресных подземных вод криолитозоны (водоносного комплекса олигоцен-четвертичных отложений) [3]. Непосредственно территория УНГКМ относится к Ледовой (арктической) макроне зоне первого от поверхности водоносного комплекса олигоцен-четвертичных отложений. Эта водоносная система состоит из разобщенных, вертикально ориентированных узких желобов подрусловых таликов крупных рек, чашеобразных подозерных и редких межмерзлотных таликов.

Гидрогеологические особенности рассматриваемой территории во многом обусловлены, а зачастую полностью обусловлены существующими мерзлотными условиями. В этой связи здесь выделяются следующие основные типы подземных вод: над-, меж-, подмерзлотные и воды таликовых зон. В ходе геологического бурения при проведении инженерных изысканий на различных участках обустройства УНГКМ были вскрыты следующие типы подземных вод: надмерзлотные воды сезонно-талого слоя, приуроченные к слою сезонного оттаивания на участках развития многолетнемерзлых грунтов; надмерзлотные грунтовые воды несквозных таликов под руслами рек и под отдельными залесенными участками; подземные воды органических (болотных) отложений, приуроченные к участкам болотных массивов. Перечисленные типы вод первого от поверхности водоносного горизонта гидравлически связаны с поверхностными водами и образуют единый водоносный горизонт с глубиной залегания 0.1–2.0 м от поверхности земли, а местами и менее.

Воды надмерзлотного типа приурочены в площадном отношении к участкам сплошного распространения ММП. Они залегают на кровле многолетнемерзлых грунтов и заключены в четвертичных отложениях различного генезиса, слагающих междуречные равнины, надпойменные террасы и поймы.

Надмерзлотные воды слоя сезонного оттаивания распространены в пределах описываемой территории повсеместно, однако фильтрационные потоки функционируют лишь в летне-осенний период. Эти воды характеризуются кратковременным существованием (2–2.5 месяца), малой водообильностью и загрязненностью органическими примесями ввиду оторфованности территории. В период интенсивных дождей на сухих дренированных участках возможно появление грунтовых вод типа верховодки на глубинах 0.1–0.4

метров. С началом зимнего промерзания питание их прекращается и в течение зимы этот горизонт промерзает полностью.

Надмерзлотные воды сезонно-талого слоя относятся к поровому типу. Их питание осуществляется за счёт инфильтрации осадков, вытаивания линз и прослоев льда в водовмещающих грунтах. Разгрузка вод осуществляется в водоёмы, водотоки, подрусловые и подозёрные талики. Водоупором является кровля многолетнемерзлых пород. Мощность водоносного горизонта определяется мощностью слоя сезонного оттаивания, литологическим составом грунтов и, в целом, на момент изысканий в осенне-зимний период изменялась от 0.1 до 3.0 м. Горизонт, в основном, безнапорный, за исключением периода промерзания вмещающей толщи.

Долины рек и крупных ручьев характеризуются распространением грунтовых вод прирусловых и подрусловых таликовых зон. Статический уровень грунтовых вод на период изысканий установился на глубине 0.2–8.0 м. Питание данного водоносного горизонта осуществляется за счет фильтрации из существующих водотоков.

Грунтовые воды несквозных таликов имеют более или менее постоянный режим. Такие воды – безнапорные. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и снеговых вод, фильтрации из существующих водотоков. Разгрузка вод осуществляется в существующую гидросеть, они гидравлически связаны с поверхностными водами. Водовмещающими грунтами являются аллювиальные отложения, развитые в поймах рек и ручьев. Водоупором служат многолетнемерзлые грунты. Статический уровень грунтовых вод на период изысканий установился на глубине от 3.0 до 6.5 м. В целом отмечается нарушенный режим подземных вод, так как их уровень подвержен сезонным и годовым колебаниям. Максимальное положение уровня ожидается в периоды весеннего снеготаяния и выпадения дождей, минимальное – в межень (конец зимы, начало весны) и засушливый период. Сезонное колебание уровня подземных вод возможно на всю зону аэрации. Многолетняя амплитуда колебания весенних максимальных уровней составляет 2.5 м. Многолетняя амплитуда колебания минимальных уровней (осень-зима) составляет 2.4 м.

В июле 2015 года в ходе проведения инженерно-геологических изысканий на территории участков обустройства УНГКМ от границ Песцовой площади на севере месторождения до реки Ево-Яха на юге буровыми скважинами вскрыты:

- надмерзлотные воды на глубине 0.1–8.0 м на участках с абсолютными отметками 17.24–58.92 м. Статический уровень этих вод был установлен в интервале глубин 0.1–2.9 м;

- воды прирусловых и подрусловых таликовых зон на глубине 0.1–7.5 м на участках с абсолютными отметками 22.95–75.47 м. Статический уровень этих вод был установлен в интервале глубин 0.2–7.5 м;

- воды несквозных таликов на глубине 5.0–6.5 м на

абсолютных отметках 46.62–54.22 м, а статический уровень установился на глубине 4.0–6.5 м;

- воды сквозных таликов на глубине 0.1–5.4 м на участках с абсолютными отметками 30.37–52.23 м. Статический уровень этих вод был установлен в интервале глубин 1.0–8.0 м.

Результаты лабораторных исследований проб грунтовых вод, вскрытых на стадии геологических изысканий в осенне-зимний период 2015 года, показали, что по степени минерализации воды пресные (47–281 мг/м³ сухого остатка), по величине водородного показателя рН (4.6–6.23 ед.рН) – средне-слабокислые, а по значениям показателя жесткости (0.3–2.6 мг-экв./л) – мягкие. По преобладающим анионам воды, преимущественно, хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные, с единичными случаями сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатных, сульфатно-гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридных. В катионном составе преобладает натрий и кальций, в единичных случаях – магний.

При проведении инженерно-экологических изысканий в летние периоды 2015–2021 гг. на различных участках УНГКМ также были отобраны и проанализированы пробы грунтовых вод сезонно-талого слоя,

которые зачастую вскрывались в местах заложения почвенных шурфов, а также в местах разгрузки грунтовых вод в поймах рек. В таблице 1 приведены результаты количественного химического анализа проб грунтовых вод, свидетельствующие об ультрапресности обследованных вод по величине общей минерализации, о разнообразных показателях кислотно-щелочного баланса вод (от кислых до нейтральных и слабощелочных по величине рН) в различных участках месторождения. По солевому составу в соответствии с классификацией С. А. Щукурова [19] воды были отнесены к классам сульфатно-гидрокарбонатных магний-кальциевых, сульфатных магний-кальциевых, сульфатно-кальциевых, сульфатно-гидрокарбонатных натрий-кальциевых, гидрокарбонатных натрий-кальциевых.

Проведенная по методике, предложенной в работе Гольдберга В. М., Газды С. [20], оценка защищенности подземных вод обследованных участков Уренгойского НГКМ относит эти воды к незащищенным, однако следует учесть, что для межмерзлотных и подмерзлотных вод, залегающих более глубоко, наличие ММП служит естественным барьером для поступления загрязняющих веществ с поверхности.

Табл. 1. Гидрохимические показатели грунтовых вод, обследованных на территории УНГКМ
[Table 1. Hydrochemical indicators of groundwater surveyed on the territory of the Urengoysoyke field]

Участок УНГКМ [UNGKM section]	Номер пробы [Sample number]	Сухой остаток (минерализация), мг/л [Dry residue (mineralization), mg/l]	рН	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Песцовая площадь (северо-запад УНГКМ), август 2016 [Pestsovaya Square (north-west of UNGKM), August 2016]	ПВГ1 [PVG1]	127.9	4.6	4.9	5.5	10.2	14.9	3.0	2.2	0.6
	ПВГ2 [PVG1]	102.4	6.2	3.9	9.1	31.6	11.3	1.9	3.6	1.3
Ен-Яхинский ЛУ УНГКМ, июнь 2015 [Yong-Yahinsky LU UNGKM, June 2015]	wg1	35	5.8	36.6	<10	6.54	12.02	4.13	0.89	0.39
	wg2	41	6.24	<6.1	<10	4.9	8.82	7.3	0.5	0.33
	wg3	24	6.51	<6.1	<10	3.86	19.24	7.05	0.44	0.28
Таб-Яхинский участок (центральная часть УНГКМ), август 2016 [Tab-Yahinsky section (central part of the UNGKM), August 2016]	ТВГ1 [TVG1]	96.2	6.0	<6.1	3.3	52.6	6.97	1.0985	1.3488	0.5819
	ТВГ2 [NVG2]	49.5	8.4	8.8	5.3	44.1	5.55	1.1080	1.2360	0.7931

Продолжение табл. 1
[Continued Table 1]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ачимовский участок (южная часть УНГКМ), август 2021 [Achimov site (southern part of the UNGKM), August 2021]	2	41.2	7.3	17.1	<10	11	4.25	0.220	3.1	0.69
	3	93	8.1	77	<10	<10.0	4.25	0.220	4.3	0.80
	4	22.5	5.4	<6.1	1.5	0.54	1.1	<1.0	0.51	<0.5
	5	23.8	6.9	<6.1	<10	17	6.4	2.62	1.4	0.53
Ачимовский участок (южная часть УНГКМ), июнь 2021 [Achimov site (southern part of the UNGKM), June 2021]	10	30.9	6.9	<6.1	<10.0	15.0	6.4	2.14	1.1	1
	20	31.1	7.3	<6.1	<10.0	16.0	6.00	2.70	1.4	0.95
	30	30.7	7.0	<6.1	<10.0	16.4	6.4	2.62	1.4	0.78
	40	30.8	7.1	<6.1	<10.0	17.1	6.00	2.560	0.93	0.58
	50	30.7	7.2	<6.1	<10.0	15.5	6.4	2.77	2	2

Оценка состояния фитоценозов

В соответствии со схемой провинциального деления растительного покрова Западно-Сибирской равнины большая часть территории рассматриваемого месторождения располагается в подзоне субарктических тундр Гыданской провинции Тундровой геоботанической зоны, южные районы относятся к подзоне редколесий Обь-Иртышской провинции Бореальной (таежной) геоботанической зоны [21].

Согласно флористическому районированию Арктики, обследованная территория принадлежит Ямало-Гыданской подпровинции Европейско-Западносибирской провинции Арктической флористической области [22].

Современная растительность в районе исследований представляет собой сочетание редколесий, тундровых и болотных сообществ, кустарниково-разнотравных ассоциаций и ценозов антропогенно-преобразованных местообитаний.

Проанализировав результаты инженерно-экологических изысканий в части исследований растительного покрова следует отметить преобладание следующих геоботанических единиц:

1. Плоскобугристые болотные массивы, располагающиеся в слабовыраженных депрессиях на плато или склонах водоразделов, на надпойменных террасах рек (рис. 6а). Растительный покров бугров однороден и представлен багульниково-морозковыми мохово-лишайниковыми сообществами, которые вследствие мелко-кочковатого нанорельефа бугров имеют выраженную мозаичную структуру. К кочкам приурочены синузии лишайников (*Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *Flavocetraria nivalis* и др.) с сопутствующими им кустарничками (багульником, брусникой) и пушицей влагалищной; в межкочьях располагаются мхи (в основном, *Dicranum* spp., *Sphagnum* spp.), карликовая

березка, а иногда и влаголюбивые осоки. Также на буграх обильна морошка.

2. Ерниковые осоково-багульниково-сфагновые заболоченные тундры с общим проективным покрытием до 100 % (рис. 6б). Кустарники представлены в основном карликовой березкой. Сомкнутость кустарничков, за исключением багульника, невелика и не превышает 5–10 %. Среди травянистых растений доминирующее положение принадлежит осокам (шаровидной – *Carex globularis*, редкоцветковой – *C. rariflora*, арктической – *C. arctisibirica*, круглолатой – *C. rotundata*) и морошке. В небольшом количестве встречаются также пушицы – влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) и рыжеватая (*E. russeolum*). Мохово-лишайниковый покров мозаичен, представляет собой чередование фрагментов зеленых и сфагновых мхов с фрагментами зеленых мхов и лишайников. Среди преобладающих сфагновых мхов доминирует *Sphagnum fuscum*, среди зеленых мхов – виды рода *Dicranum* и *Pleurozium schreberi*. Из лишайников наибольшую фитоценологическую значимость имеют *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula* и *C. amaurocraea*.

3. Ивняково-ерниковые разнотравно-осоково-моховые кочковатые заболоченные тундры отличаются сильной заболоченностью и пестротой растительного покрова (рис. 6в). Среди кустарничков наиболее обильна березка карликовая (8–10 %). По межкочьям разрастаются морошка, костяника арктическая (*Rubus arctica*), мытник лапландский (*Pedicularis lapponica*), пушица Шейхцера, осоки арктической и редкоцветковой. Мохово-лишайниковый ярус сомкнут на 90 %. Среди моховидных доминируют сфагнумы: *Dicranum elongatum*, виды *Polytrichum* и *Aulacomnium* приурочены в основном к кочкам. На вершинах кочек располагаются и лишайники, из которых наиболее обильна *Cladonia rangiferina*.

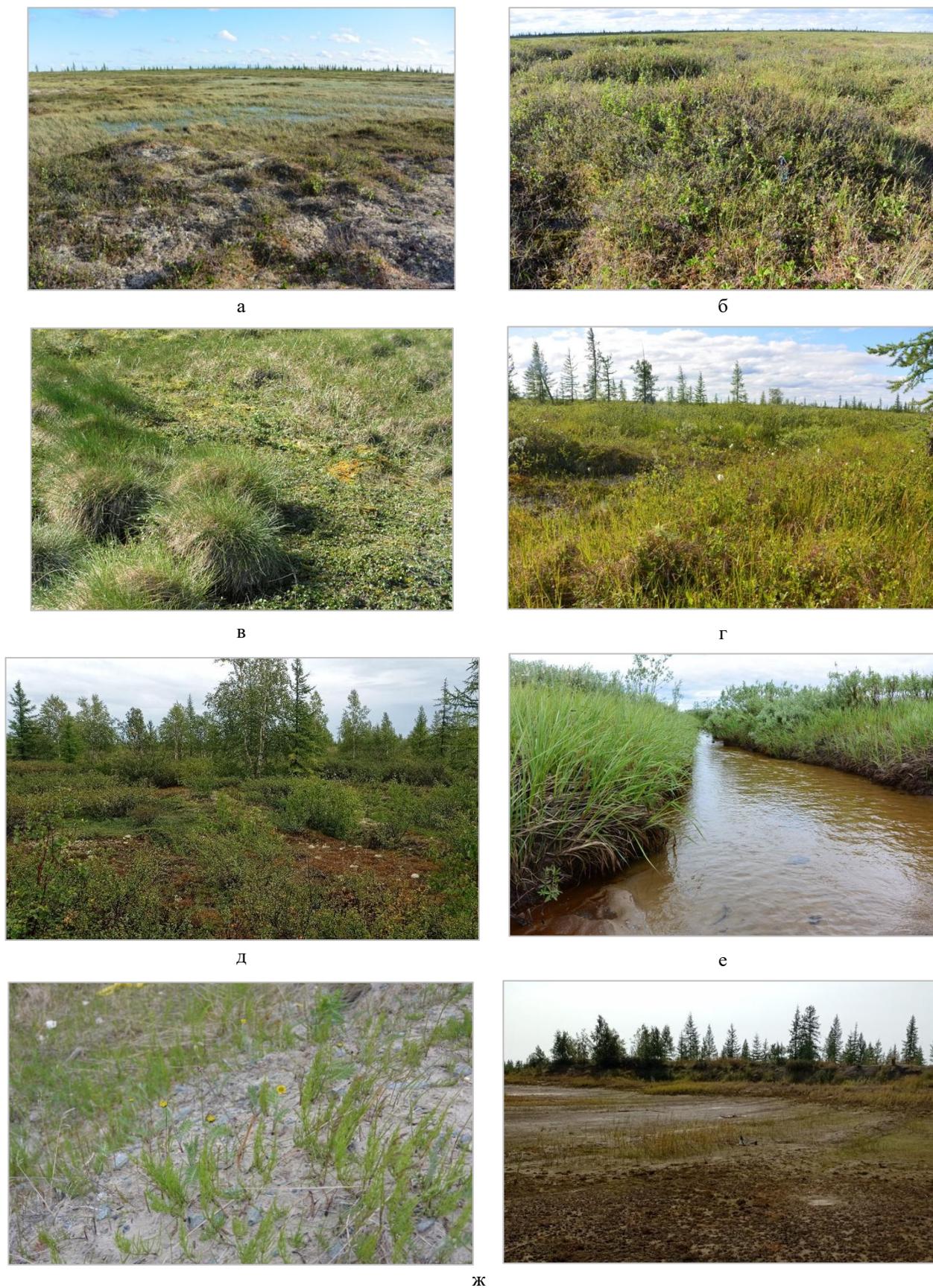


Рис. 6. Примеры геоботанических единиц на территории УНГКМ.
[**Fig. 6.** Examples of geobotanical units on the territory of the UNGKM.]

4. Лиственничные редколесья ерниковые осоково-пушицевые заболоченные приурочены к нижним частям пологих склонов, часто располагаясь по окраине депрессий, занятых болотами или заболоченными тундрами (рис. 6г). Структура нижних ярусов достаточно однородна. Уменьшается участие березы в древесном ярусе и видовое разнообразие в кустарниковом. Для травяно-кустарничкового яруса характерно преобладание травянистых видов (осоки шаровидной, морошки, хвощей, небольшого количества пушицы влагалитной), а из кустарничков – голубики, черники, местами водяника, клюквы мелкоплодной, подбела многолистного. В моховом покрове доминируют сфагны (*Sphagnum girgensohnii*, *S. angustifolium* и др.).

5. Березово-лиственничные ерnikово-кустарничково-лишайниковые сообщества, в которых древесный ярус представлен лиственницей и березой (рис. 6д). Выражен ярус карликовой березы с примесью ивы филолистной, серо-голубой и др. Среди кустарничков доминируют брусника и багульник, также встречаются голубика, водяника черная. Травяной ярус не значителен, редко могут встречаться осоки. Однообразен состав лишайников (*Cladonia*).

6. Багульниково-зеленомошно-лишайниковые с ерником, по понижениям осоково-моховые. Видовой состав доминантов разнообразен. Среди кустарничков – голубика обыкновенная, багульник, брусника малая, водяника. По понижениям травянистый ярус представлен пушицей влагалитной и многоколосковой, осокой острой и одноцветной. Мохово-лишайниковый ярус хорошо развит (90 %). Наиболее обычны среди лишайников кладония оленья, кладония звездчатая, кладония пустая и цетрария снежная. Среди мхов развиты гипновые мхи.

Растительный покров долин средних и малых рек также характеризуется комплексностью. Состав элементов комплексов и их размер зависят от особенностей рельефа и степени увлажнения. Основу комплексов составляют ивняковые и ивняково-ерниковые заросли, луговые и болотные сообщества (рис. 6е).

В виду интенсивного освоения месторождения имеют место сообщества и фитоценотические группировки антропогенно-преобразованных биотопов (рис. 6ж). В данном сообществе рассматриваются фитоценотические группировки участков, поврежденных при проезде техники, строительства сооружений и пр. На участках повышения рельефа растительность местами полностью уничтожена. По понижениям, в условиях большего увлажнения, проективное покрытие сохранившихся участков коренных ценозов достигает 50 (70) %. При этом вблизи переправ через ручьи и русла небольших рек, растения могут быть также полностью уничтожены. Антропогенно-иницированные эрозийные процессы способствуют дальнейшему уничтожению растительности на прилегающих к техногенным объектам эродированных участках. Скорость восстановления растительности зависит от типа исходных ценозов и свойств почв. Однако сформированные со временем группировки растительности по составу

значительно отличаются от коренных сообществ.

Следует отметить, что древесная растительность в границах месторождения, как и в целом в тундровой зоне, не образует лесных массивов, а произрастает в виде отдельных узких полос по дренированным территориям и в поймах рек. Видовой состав кустарничков и кустарничков достаточно однообразен, в большинстве выделенных геоботанических единиц виды повторяются. Также прослеживаются доминирующие виды лишайников, распространенные на всей территории. В целом можно говорить об обедненном видовом составе ценозов и об их высокой степени чувствительности к антропогенным воздействиям.

Заключение

1. Выполненные исследования демонстрируют преобладание морских, прибрежно-морских, озерно-болотных, аллювиальных и биогенных отложений.

2. Проведенный анализ показывает доминирующее влияние геокриологических условий на гидрогеологическое строение территории УНГКМ с незащищенными от поверхностных загрязнений водами слоя сезонного оттаивания.

3. Наличие в толще слоя многолетнемерзлых грунтов, обуславливающих протекание геокриологических процессов, препятствующих водообмену с нижележащими горизонтами, в целом свидетельствуют о неблагоприятности эколого-геологических условий с позиций эколого-ресурсного потенциала территории, что подтверждается обедненным видовым составом фитоценозов и их высокой степенью уязвимости к воздействиям хозяйственной деятельности.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Трофимов В. Т. Эколого-геологические условия и факторы их формирования // *Вестник Московского университета. Серия 4. Геология*. 2010. № 1. С. 52–55
- Теория и методология экологической геологии. Под ред. В. Т. Трофимова. М.: Изд-во Московского университета, 1997. 364 с.
- Косинова И. И., Гуман О. С., Бударина В. А., Ильяш В. В. Методы эколого-геологических исследований и рациональное недропользование. М.: «Научная книга», 2022. 348 с.
- Трофимов В. Т., Куриленко В. В. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для становления нового теоретического базиса геоэкологии // *Вестник Московского университета. Серия 4. Геология*. 2015. № 3. С. 93–102
- Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации масштаба 1:2500000. Под ред. Г. В. Добровольского, И. С. Урусевской. М.: Изд-во Московского университета, 2013. 16 с.
- Горпинченко А. Н. Анализ геологического строения Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения и особенности его нефтегазоносности // *Булатовские чтения*. СПб.: ООО «Издательский Дом – Юг». 2023. С. 19–36
- Жарикова Н. Х., Горпинченко А. Н., Масалова А. А. Анализ геолого-промысловой характеристики Уренгойского

- нефтегазоконденсатного месторождения с целью поиска месторождений-аналогов // *Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)*. СПб.: ООО «Издательский Дом – Юг». 2022. № 3. С. 98–111
8. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. Под ред. С. И. Ларина. Омск: ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2004. 303 с.
9. Митрофанова М. А., Бударина В. А., Игнатенко И. М., Косинова И. И. Методика геодинамической оценки пораженности территории горнопромышленного комплекса экзогенными геологическими процессам и гидрогеологическими явлениями // *Вестник Воронежского государственного университета, серия Геология*. 2024. № 3. С. 96–108
10. Трофимов В. Т., Баду Ю. Б., Васильчук Ю. К. Геокриологическое районирование Западно-Сибирской плиты. М.: Наука, 1987, 221 с.
11. Камелин М.П., Жабин В.Ю. Особенности инженерно-геокриологических условий Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. *Семинар-конференция «Инновационные решения в области КРС, ПНП, ГНКТ, внутрискважинные работы и супервайзинг в горизонтальных и разветвленных скважинах», «Эксплуатация-добыча нефти и газа, ремонт и бурение горизонтальных скважин»*: материалы совещания. Ялта, Севастополь, Республика Крым, 2017, С. 20–22
12. Косинова И. И., Митрофанова М. А. Методический подход к оценке почв Арктической зоны на основе данных инженерно-экологических изысканий Уренгойского НГКМ // *Научно-технический журнал «Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений»*. 2023. № 1. С. 28–35
13. Матусевич В. М., Ковяткина Л. А. Нефтегазовая гидрогеология Западно-Сибирского мегабассейна: учеб. пособие «Нефтегазовая гидрогеология». Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. Ч. II. 108 с.
14. Матусевич В. М., Рыльков А. В. Геолого-геохимические условия нефтегазообразования и формирование нефтегазонасности осадочных бассейнов // *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 2014. № 1. С. 28–36
15. Марьинских Д. М. Ландшафтно-экологический анализ территории Уренгойского НГКМ: автореф. дис... канд. географ. наук. Барнаул, 2003. 29 с.
16. Курчиков А. Р. Современные аспекты нефтегазовой гидрогеологии. «*Фундаментальные и прикладные вопросы гидрогеологии нефтегазонасных бассейнов*»: материалы конференции с международным участием (к 90-летию А. А. Карцева). М.: ГЕОС, 2015, С. 67–68
17. Бешенцев В. А., Сальникова Ю. И., Абдрашитова Р. Н., Воробьева С. В. Гидрогеохимические условия нефтегазовых областей Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона (часть 1) // *Известия высших учебных заведений. Нефть и газ*. 2019. № 5. С. 10–22
18. Абатурова И. В., Бешенцев В. А. Оценка ресурсов и качества подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2003. 394 с.
19. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во Московского университета, 1999. 610 с.
20. Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.
21. Ильина И. С., Лапшина Е. И., Лавренко Н. Н. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука СО, 1985. 252 с.
22. Юрцев Б. А., Толмачев А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики. Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. 172 с.

Митрофанова Марина Александровна, аспирант, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: marfa-mma@mail.ru; ORCID <https://orcid.org/0009-0005-1198-6746>

Косинова Ирина Ивановна, д.г.-м.н., профессор, Воронежского государственного университета, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: kosinova777@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5439-5197>

Бударина Виктория Александровна, к.ю.н., доцент Воронежского государственного университета, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: budarinav@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8091-0730>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Marina A. Mitrofanova, Postgraduate student, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: marfa-mma@mail.ru; ORCID <https://orcid.org/0009-0005-1198-6746>

Irina I. Kosinova, PhD in Geol-Min., Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: kosinova777@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5439-5197>

Victoria A. Budarina, PhD in Juridical, Associate Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: budarinav@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8091-0730>

All authors have read and approved the final manuscript.

Ecological and geological conditions of the territory of the Urengoy oil and gas condensate field

©2025 M. A. Mitrofanova[✉], I. I. Kosinova, V. A. Budarina

*Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl.,
394018, Voronezh, Russian Federation*

Abstract

Introduction: needs of ecology-geological conditions research defines by its key role in evolution of lithosphere environmental functions.

Methodology: the characteristics of the ecological and geological conditions are given on the basis of the engineering surveys results during 2015-2021 at the development of Urengoi field facilities. The following ecology-geological conditions went into the questions: geological and geomorphological structure, geocryological conditions, hydrogeological structure. Assessment of the state of phytocenoses has been completed for environmental engineering survey units.

Results and discussion: in geological terms, the most ancient deposits in the research area are opoka, opokamorphic clays and interbedded dense diatomaceous clays of the serovo series of the danian-lutetian stage of the paleocene epoch of the paleogene system with a up to 90 m of layer thickness. The holocene alluvial deposits of floodplain terraces in the form of sand, sandy loam, peat, patchy gravel, pebbles and boulders refer to the most recent formations. Various sites of the field are composed of marine and coastal-marine deposits, lacustrine-marsh, alluvial, lacustrine-alluvial and biogenic formations of recent age were found by the results of geological-engineering boring. As applied to lithology, these are peat, loam, sandy loam and sand. Research area is divided into three conventional zones of permafrost distribution: southern with island, central with intermittent and northern with continuous on the base of engineering and geological conditions. It has been found during summer survey the level of seasonal thawing out is in the depth range of 15–50 cm in the southern part of the field and is in the depth range of 10–57 cm north of the Evo-Yaha river. As applied to hydrogeology, the surveyed area belongs to the Ice (Arctic) macrozone of the first aquifer complex of the oligocene-quaternary deposits from the surface. This aquifer system consists of isolated, vertically oriented narrow troughs of underflow taliks of large rivers, bowl-shaped underflow taliks and rare interpermafrost taliks. The modern vegetation is represented by a combination of sparse forests, tundra and marsh communities, shrub-forb associations and cenoses of anthropogenically transformed habitats at the survey area.

Conclusion: the analysis revealed that the dominant geocryological conditions influence on the survey area ecosystems functioning. The presence of permafrost soils layer which causes geocryological processes that impede water exchange with underlying horizons, generally indicates the adverse of ecological and geological conditions through the spectacle of the ecological and resource potential of the area.

Keywords: ecological and geological conditions, Arctic zone of the Russian Federation, permafrost soils, hydrogeological structure, phytocenoses.

For citation: Mitrofanova M. A., Kosinova I. I., Budarina V. A. Ecological and geological conditions of the territory of the Urengoy oil and gas condensate field // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2025, no. 2, pp. 62–75. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/2/62-75>



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

[✉] Marina A. Mitrofanova, e-mail: marfa-mma@mail.ru

Conflict of interest: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

REFERENCES

1. Trofimov V. T. Jekologo-geologicheskie uslovija i faktory ih formirovanija [Ecological and geological conditions and factors of their formation]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 4. Geologija – Proceedings of Moscow State University. Series 4. Geology*, 2010, no. 1, pp. 52–55 (In Russ.)
2. *Teoriya i metodologiya ekologicheskoj geologii* [Theory and methodology of ecological geology]. Ed. V. T. Trofimov. Moscow, MSU publ., 1997, 364 p. (In Russ.)
3. Kosinova I. I., Guman O. S., Budarina V. A., Il'jash V. V. *Metody jekologo-geologicheskijh issledovanij i racional'noe nedropol'zovanie* [Methods of ecological and geological research and rational subsurface use]. Moscow, Scientific Book publ., 2022, 348 p. (In Russ.)
4. Trofimov V. T., Kurilenko V. V. Jekologicheskie funkciony abioticheskijh sfer Zemli: sodержanie i znachenie dlja stanovlenija novogo teoreticheskogo bazisa geojekologii [Ecological functions of the abiotic spheres of the Earth: content and significance for the formation of a new theoretical basis of geocology]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 4. Geologija – Proceedings of Moscow State University. Series 4. Geology*, 2015, no. 3, pp. 93–102 (In Russ.)
5. *Karta pochvenno-ekologicheskogo rayonirovaniya Rossijskoj Federatsii masshtaba 1:2500000* [Map of soil and ecological zoning of the Russian Federation scale 1:2500000]. Ed. G. V. Dobrovolsky, I. S. Urusevskaya. Moscow, Moscow University publ., 2013, 16 p. (In Russ.)
6. Gorpichenko A. N. Analiz geologicheskogo stroenija Urengojnskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdenija i osobennosti ego neftegasoznosnosti [Analysis of the geological structure of the Urengoy oil and gas condensate field and features of its oil and gas potential]. *Bulatovskie chtenija – Bulatov readings*, 2023, pp. 19–36 (In Russ.)
7. Zharikova N. H., Gorpichenko A. N., Masalova A. A. Analiz geologo-promyslovoj karakteristiki Urengojnskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdenija s cel'ju poiska mestorozhdenij-analogov [Analysis of the geological and commercial characteristics of the Urengoy oil and gas condensate field in order to search for analog deposits]. *Nauka. Tehnika. Tehnologii (politehnicheskijh vestnik) – Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin)*, 2022, no. 3, pp. 98–111 (In Russ.)
8. *Atlas Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga* [Atlas of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. Ed. S. I. Larin. Omsk, Omsk Cartographic Factory publ., 2004, 303 p. (In Russ.)
9. Mitrofanova M. A., Budarina V. A., Ignatenko I. M., Kosinova I. I. Metodika geodinamicheskoj ocenki porazhennosti territorii gornopromyshlennogo kompleksa jekzogennymi geologicheskimi processami i gidrogeologicheskimi javlenijami [Methods of geodynamic assessment of the impact of exogenous geological processes and hydrogeological phenomena on the territory of the mining complex]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2024, pp. 96–108 (In Russ.)
10. Trofimov V. T., Badu Ju. B., Vasil'chuk Ju. K. *Geokriologicheskoe rayonirovanie Zapadno-Sibirskoj plity* [Geocryological zoning of the West Siberian Plate]. Moscow, Nauka publ., 1987, 221 p. (In Russ.)
11. Kamelin M. P., Zhabin V. Ju. Osobennosti inženerno-geokriologicheskijh uslovij Urengojnskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdenija [Features of engineering and geocryological conditions of the Urengoy oil and gas condensate field]. *Seminar-konferencija «Innovacionnye reshenija v oblasti KRS, PNP, GNKT, vnutriska-zhimnye raboty i supervajing v gorizont'al'nyh i razvetvlenijh skvazhinah», «Jekspluatacija-dobyča nefiti i gaza, remont i burenie gorizont'al'nyh skvazhin»*: materialy soveshhanija [Seminar-conference "Innovative solutions in the field of cattle, PNP, CNG, downhole operations and supervision in horizontal and branched wells", "Operation-oil and gas production, repair and drilling of horizontal wells": materials of the meeting]. Yalta, Sevastopol, Republic of Crimea, 2017, pp. 20–22 (In Russ.)
12. Kosinova I. I., Mitrofanova M. A. Metodicheskij podhod k ocenke pochv Arkticheskoj zony na osnove dannyh inženerno-geologicheskijh izyskanij Urengojnskogo NGKM [A methodological approach to assessing the soils of the Arctic zone based on data from engineering and environmental surveys of the Urengoy NGKM]. *Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Proektirovanie i razrabotka neftegazovyh mestorozhdenij» – Scientific and Technical Journal "Design and Development of oil and gas fields"*, 2023, no. 1, pp. 28–35 (In Russ.)
13. Matusевич V. M., Kovjatkina L. A. *Neftegazovaja gidrogeologija Zapadno-Sibirskogo megabassejna: ucheb. posobie «Neftegazovaja gidrogeologija»* [Oil and Gas Hydrogeology of the West Siberian Megabasin: Textbook "Oil and Gas Hydrogeology" in 2 parts]. Tyumen, Tyumen State University publ., 2010, p. II, 108 p. (In Russ.)
14. Matusевич V. M., Ryl'kov A. V. Geologo-geohimicheskie uslovija neftegasozobrazovanija i formirovanie neftegasoznosnosti osadochnykh bassejnov [Geological and geochemical conditions of oil and gas formation and formation of oil and gas content of sedimentary basins]. *Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2014, no. 1, pp. 28–36 (In Russ.)
15. Mar'inskih D. M. *Landshaftno-geologicheskij analiz territorii Urengojnskogo NGKM*: avtoref. dis... kand. geograf. nauk [Landscape and ecological analysis of the territory of the Urengoy oil and gas condensate field. PhD diss]. Barnaul, 2003, 29 p. (In Russ.)
16. Kurchikov A. R. Sovremennye aspekty neftegazovoj gidrogeologii [Modern aspects of oil and gas hydrogeology]. *Fundamental'nye i prikladnye voprosy gidrogeologii neftegasoznosnykh bassejnov*: materialy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (k 90-letiju A. A. Karceva) [Fundamental and applied issues of hydrogeology of oil and gas basins": materials of the conference with international participation (to the 90th anniversary of A. A. Kartsev)]. Moscow, GEOS publ., 2015, pp. 67–68 (In Russ.)
17. Beshencev V. A., Sal'nikova Ju. I., Abdrashitova R. N., Vorob'eva S. V. Gidrogeohimicheskie uslovija neftegazovyh oblastej Jamalo-Nenetskogo neftegazodobyvajushhego regiona (chast' 1) [Hydrogeochemical conditions of the oil and gas regions of the Yamalo-Nenets oil and gas producing region (part 1)]. *Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2019, o. 5, pp. 10–22 (In Russ.)
18. Abaturova I. V., Beshencev V. A. *Ocenka resursov i kachestva podzemnyh vod Jamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga* [Assessment of groundwater resources and quality in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. Yekaterinburg, Institute of Geology and Geochemistry Ural Branch of the RAN publ., 2003, 394 p. (In Russ.)
19. Perel'man A. I., Kasimov N. S. *Geohimija landshafta* [Geochemistry of landscape], Moscow, Moscow University publ., 1999, 610 p. (In Russ.)
20. Gol'dberg V. M., Gazda S. *Gidrogeologicheskije osnovy ohrany podzemnyh vod ot zagrjaznenija* [Hydrogeological foundations of groundwater protection from pollution]. Moscow, Subsoil publ., 1984, 262 p. (In Russ.)
21. Il'ina I. S., Lapshina E. I., Lavrenko N. N. *Rastitel'nyj pokrov Zapadno-Sibirskoj ravniny* [Vegetation cover of the West Siberian plain]. Novosibirsk, Nauka publ., 1985, 252 p. (In Russ.)
22. Jurcev B. A., Tolmachev A. I., Rebristaja O. V. *Floristicheskoe ogranichenie i razdelenie Arktiki* [Floristic limitation and division of the Arctic]. Leningrad, Nauka publ., 1978, 172 p. (In Russ.)