

УДК 504.4(571.12)

Н.Б. Пыстина, А.В. Баранов, Е.Е. Ильякова, К.Л. Унанян

Исследования гидрохимических характеристик водных объектов в районе Бованенковского НГКМ

Полуостров Ямал характеризуется хорошо и равномерно развитой гидрографической сетью с многочисленными озерами и болотами. Особенностью территории является преобладание поверхностного стока. Формирование стока рек происходит в основном за счет атмосферных осадков, при этом дождевое питание рек значительно уступает снеговому. Подземная составляющая в речном стоке из-за повсеместного развития многолетней мерзлоты практически отсутствует [1].

На территории исследования широко распространены термокарстовые озера со средней глубиной 1,2÷2,3 м, питающиеся в основном талыми водами, приток которых почти во все сточные и бессточные озера происходит с ограниченных по площади водосборов.

В ходе экспедиционных исследований 2009–2011 гг. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ОАО «СибНАЦ» была проведена оценка гидрохимического состояния водных объектов (водоемов и водотоков) Бованенковского месторождения. Для оценки изменения химического состава водных экосистем с учетом возможного воздействия производственных объектов был проведен отбор проб на границах месторождения выше и ниже по течению водотоков (рис. 1).

В процессе исследований на территории Бованенковского месторождения было выделено два водосборных бассейна – рек Мордыяха и Надуйяха, взятых за основу для изучения содержания и изменения ключевых параметров и компонентов, определяющих геохимический облик территории исследований.

На исследуемой территории формирование гидрохимического состава поверхностных вод происходит под влиянием природно-климатических условий. Наличие многолетнемерзлых пород блокирует грунтовое и подземное питание водных объектов, что повышает роль талых и дождевых вод с крайне малым содержанием.

Ключевые слова:

водные объекты полуострова Ямал, гидрохимические характеристики водных объектов, экологическое состояние водных объектов на полуострове Ямал.

Keywords:

water objects on the Yamal Peninsula, hydrochemical characteristics water objects, ecological conditions of water objects on Yamal Peninsula.



Рис. 1. Отбор проб и проведение полевых гидрохимических исследований

Следует отметить ряд особенностей водоемов данного района. Замедленный круговорот веществ в условиях низких температур и заболоченность водосборов способствуют накоплению в поверхностных водах широкого спектра органических веществ – продуктов неполной деструкции растительного опада. В свою очередь присутствие в природных водах промежуточных продуктов разложения растительной биомассы определяет слабоокислую реакцию среды, что благоприятствует повышению подвижности ряда металлов в составе органоминеральных комплексов. Результатом этого может являться превышение в водных объектах предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для вод водоемов рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого назначения, в том числе железа, алюминия, марганца, меди, цинка и ртути.

Увеличению гидрохимического загрязнения также способствует активное освоение месторождений, сопровождающееся значительным антропогенным воздействием на окружающую среду, включающим механические нарушения природных комплексов при строительстве, поступление загрязняющих веществ в ходе технологических циклов при эксплуатации объектов добычи и транспорта газа и от автотранспорта, а также возможные временные локальные загрязнения в результате аварийных ситуаций.

При проведении экспедиционных исследований гидрохимический состав определялся по более чем 20 основным показателям, в том числе: рН, химическое потребление кислорода, минерализация, содержание калия, натрия, магния, ионов аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, кремния, нефтепродуктов, фенола, алюминия, меди, железа, свинца, цинка, никеля, кадмия, марганца.

В результате проведенных исследований установлено, что в целом гидрохимический состав речных и озерных вод существенных отличий не имеет. В ходе проведенных экспедиционных работ был определен диапазон значений водородного показателя от 6,2 до 7,0, что соответствует уровню региональных фоновых значений – от 6,3 до 7,7 [2]. Кроме того, речные воды в большинстве случаев характеризуются нейтральной реакцией среды (в среднем $\text{pH} = 6,56$), а озерные – слабоокислой (в среднем $\text{pH} = 6,12$). Техногенного влияния на величину pH не выявлено.

Величина химического потребления кислорода варьируется от менее 4 до 90 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$. При этом превышение в ряде объектов норматива (30 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$) обусловлено поступлением органических соединений в водотоки и водоемы с заболоченных водосборов.

Превышение нормативов по химическому потреблению кислорода (ХПК) было установлено для р. Сеяха на восточной границе Бованенковского месторождения (33 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$). Однако в районе промысла величина показателя снижается до 4 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$ и менее.

Диапазон значений минерализации лежит в широких пределах – от менее 50 до 7750 мг/дм³. При этом большинство исследуемых водных объектов относится к категории ультрапресных и пресных со значениями минерализации, не превышающими 245 мг/дм³, что согласуется с фоновыми значениями. В то же время в большинстве обследованных объектов по показателю «общая жесткость» поверхностные воды относятся к категории мягких с жесткостью менее 4 мг-экв./дм³.

Установлена неоднородность поверхностных вод по анионному составу и их принадлежность к гидрокарбонатному и хлоридному классам.

Из литературных источников [2] известно, что катионный состав поверхностных вод п-ова Ямал относится преимущественно к натриевому, реже – натриево-магниевому типу. Результаты проведенных исследований подтвердили преобладание ионов натрия в катионном составе поверхностных вод большинства водных объектов. Средняя концентрация ионов натрия в речных водах бассейна р. Мордыяха составляет 15,9 мг/дм³, р. Надуйяха – 21,3 мг/дм³. Для озер значение данного показателя несколько ниже (в среднем – 7,9 мг/дм³).

Результаты анализов также показали, что концентрации ионов магния лежат в пределах от 0,4 до 9,0 мг/дм³, а ионов кальция – от 1,8 до 9,0 мг/дм³. Наименьшим содержанием в поверхностных водах территории исследований характеризуются ионы калия (от 0,5 до 5,3 мг/дм³). Территориальные различия по содержанию катионов в водах выражены слабо. При этом зарегистрированные концентрации катионов в водах большинства рек и озер не превышают установленных нормативных значений.

В процессе исследований было определено содержание в воде биогенных компонентов, к которым относятся оксиды азота и фосфаты.

Основными источниками биогенных веществ являются внутриводоемные процессы и поступление с речным стоком, атмосферными осадками, промышленными, хозяйственно-бытовыми сточными водами. Заболоченность исследуемой территории обуславливает повышенное содержание аммонийного азота, образующегося при разложении природных органических веществ. Содержание аммонийных ионов в поверхностных водах большинства рек и озер территории месторождения в отсутствие техногенного влияния было определено на уровне 0,160–1,179 мг/дм³ (0,3–2,4 ПДК), что соответствует региональным фоновым значениям.

В свою очередь содержание фосфатов в водах большинства исследованных рек и озер – менее 0,1 мг/дм³.

Еще одним постоянным компонентом химического состава природных вод является кремний, поступающий в них за счет выветривания, растворения алюмосиликатов, в процессе отмирания наземных и водных растительных организмов, с атмосферными осадками. На исследуемой территории средние значения показателя составляют 3,0 мг/дм³. Была установлена взаимосвязь между содержанием в поверхностных водах кремния и алюминия, что при стабильно высоких значениях концентраций алюминия указывает на присутствие алюмосиликатов в почвообразующих породах.

Согласно проведенным исследованиям, на большинстве обследованных объектов содержание нефтепродуктов не превышает нормативного значения 0,05 мг/дм³, а зафиксированные сверхнормативные концентрации соответствуют региональным фоновым значениям, что обусловлено высоким содержанием в природных водах углеводов естественного происхождения, образующихся в условиях сильной заболоченности и заторфованности водосборов.

Также в основном не превышает значений фона содержание фенолов.

Еще одной особенностью района является повсеместное превышение ПДК по железу. Результаты проведенных исследований согласуются с опубликованными ранее данными. Однако следует отметить, что максимальные концентрации зарегистрированы в водах р. Сеяха на территории Бованенковского месторождения, что может объясняться увеличением миграционной способности и вымыванием железа в поверхностные воды из почв вследствие

нарушения почвенно-растительного покрова и гидрологического режима территории в процессе обустройства месторождения.

Полученные в ходе исследований результаты по концентрации меди составили: для рек – 7–20 ПДК, для озер – 6–80 ПДК, что согласуется с фоновыми данными. Согласно материалам предыдущих исследований, территория характеризуется концентрациями меди, превышающими норматив: до 63 ПДК – для рек и до 204 ПДК – для озер. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о природных факторах формирования повышенных по сравнению с установленным нормативом концентраций меди в поверхностных водах территории исследований.

Значения концентраций свинца для речных вод в среднем составляет 0,008 мг/дм³ (1,3 ПДК), при этом максимальные значения зарегистрированы для р. Сеяха (4,2 ПДК), что не превышает полученных ранее значений. Для озер этот показатель в среднем равен 0,017 мг/дм³ (2,8 ПДК). Поступление свинца в поверхностные воды связано с процессами растворения минералов и пород и, возможно, с применением тетраэтилсвинца в моторном топливе.

Согласно [3, 4], тундровым зонам свойственно повышенное (до 6,5 ПДК) содержание цинка в незагрязненных поверхностных водах. Результаты проведенных исследований показали, что в большинстве водных объектов данный показатель находится на уровне фона. Незначительные превышения фоновых значений до 0,08 мг/дм³ (8 ПДК) отмечены в водах рек Мордыяха и Надуйяха вне территорий месторождения – на входе в контур Бованенковского месторождения.

На основе анализа фоновых материалов установлено, что концентрации никеля в речных водах Бованенковского месторождения в 1996 г. составляли от 0,005 до 0,009 мг/дм³, наибольшая величина зарегистрирована в водах р. Мордыяха – 0,013 мг/дм³ (1,3 ПДК). В водах озер содержание этого элемента варьировало в более широком диапазоне – от 0,004 до 0,047 мг/дм³ (0,4–4,7 ПДК) [2].

Результаты исследований свидетельствуют, что содержание никеля в целом находится на уровне фоновых величин. Диапазон варьирования никеля в речных водах большинства водотоков составляет от менее 0,001 до 0,014 мг/дм³ (1,4 ПДК), озерных водах – от 0,004 до 0,040 мг/дм³ (0,4–4 ПДК).

Высокая концентрация этого металла, превышающая фоновое значение, зарегистрирована в р. Сеяха в районе промысла – 0,020 мг/дм³ (2 ПДК), что может свидетельствовать о техногенном влиянии на формирование содержания никеля в водах этой реки.

По полученным в 2009–2011 гг. данным, значения концентрации кадмия находятся в диапазоне 0,0009–0,004 мг/дм³ – для рек и 0,0018 до 0,004 мг/дм³ – для озер, что соответствует фоновым значениям и не превышает ПДК.

Сравнивая содержание марганца в поверхностных водах в разные периоды времени, следует отметить, что для большинства рек данный показатель превышал нормативный уровень. При этом максимальными концентрациями характеризуется нижнее течение р. Сеяха, что может быть связано с техногенными воздействиями – нарушением почвенно-растительного покрова и гидрологического режима территории, определяющими повышение миграционной способности металлов, их вымывание из почв водосборов и накопление в водных объектах. Для остальных водных объектов содержание марганца соответствует фоновому уровню.

На рис. 2–5 приведены диаграммы, отражающие гидрохимический состав поверхностных вод объектов Бованенковского ГКМ по результатам проведенных экспедиционных исследований.

Анализируя полученные в ходе исследований данные, следует отметить, что для бассейна р. Мордыяха характерно более высокое содержание металлов, что обусловлено микроэлементной обогащенностью почвообразующих пород.

В результате выполненных работ рассчитан индекс загрязненности воды и дана интегральная оценка качества поверхностных вод. В соответствии с этим большинство рек и озер рассматриваемой территории относятся к категориям умереннозагрязненных и загрязненных (класс качества вод – 1–4), причем определяющую роль играют медь, цинк, типоморфные элементы природных вод тундровой зоны, а также естественная обогащенность поверхностных вод органическими соединениями.

К категории грязных относится р. Мордыяха на входе в контур Бованенковского месторождения, что в условиях отсутствия техногенных объектов может быть обусловлено природными факторами. При этом низкое качество вод р. Мордыяха определяют типичные для поверхностных вод исследуемой территории повышенные концентрации нефтепродуктов, органического вещества, а также меди и цинка.

В связи с этим следует отметить необходимость определения региональных фоновых показателей качества природных вод. При этом для специфических природно-климатических условий п-ова Ямал должны быть разработаны

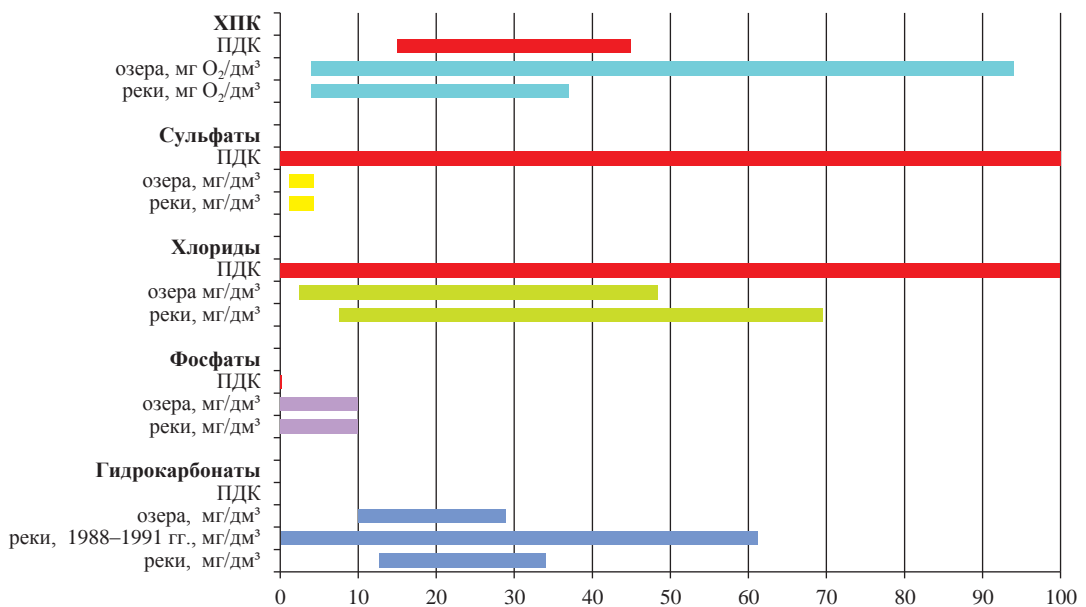


Рис. 2. Значение ХПК и содержание сульфатов, хлоридов, фосфатов и гидрокарбонатов в водных объектах (значение ПДК хлоридов выходит за пределы области построения диаграммы)

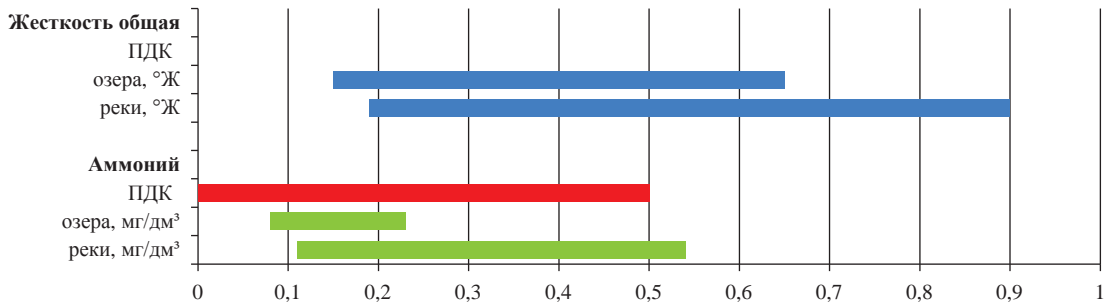


Рис. 3. Значение общей жесткости и содержание ионов аммония в водных объектах

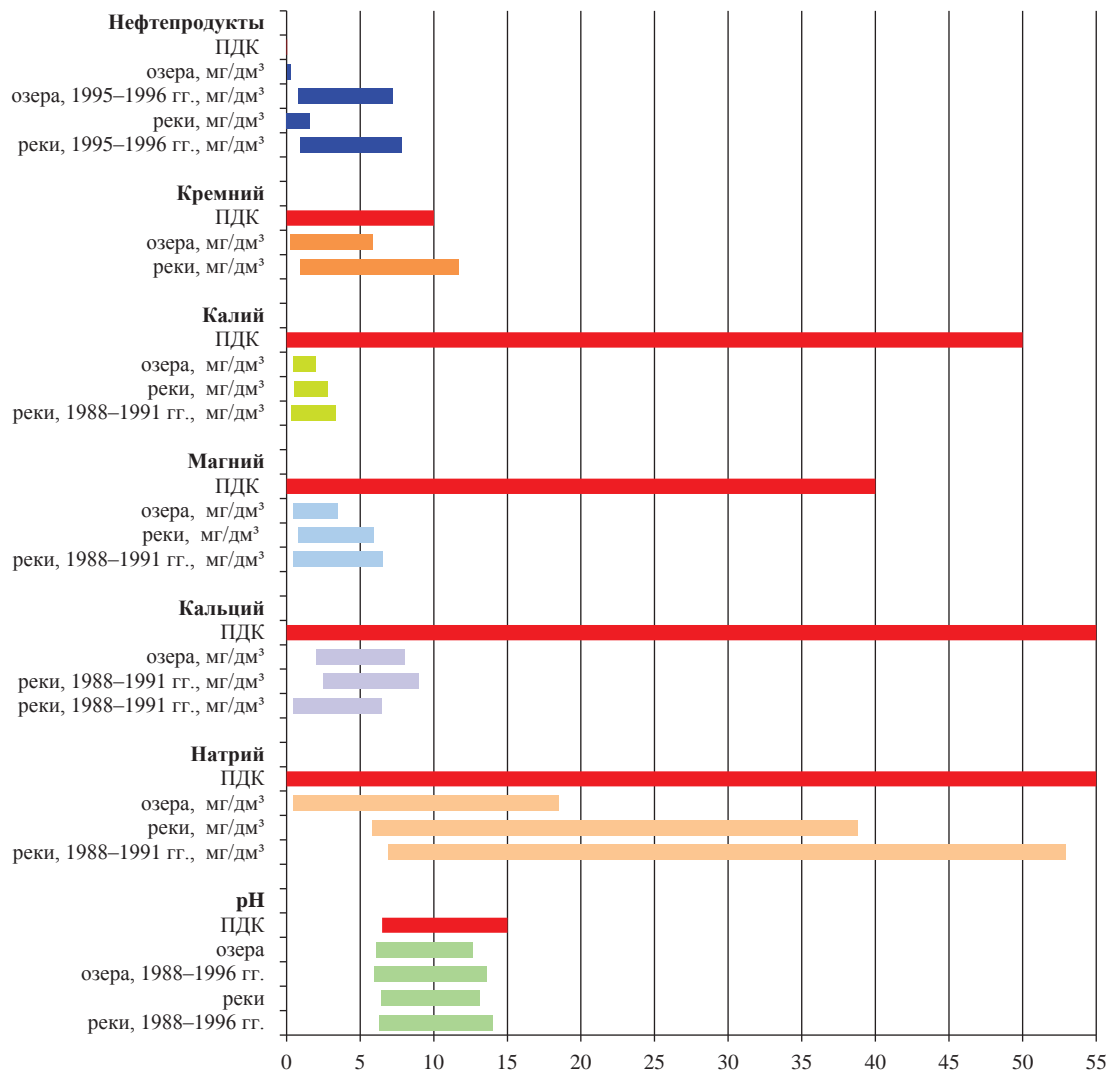


Рис. 4. Содержание в водных объектах нефтепродуктов, кремния, калия, магния, кальция, натрия и значение водородного показателя (значения ПДК кальция и натрия выходит за пределы области построения диаграммы)

собственные критерии оценки загрязненности природных вод, на основе которых и будет оцениваться степень техногенного воздействия.

Озерные воды территории исследований характеризуются значительным варьированием

индекса загрязненности – озера Пэбтавыто и Нгынесито классифицируются как умеренно загрязненные, Тюринто и Пирцясолято – грязные. Следует отметить, что зависимости между величиной индекса загрязненности вод и

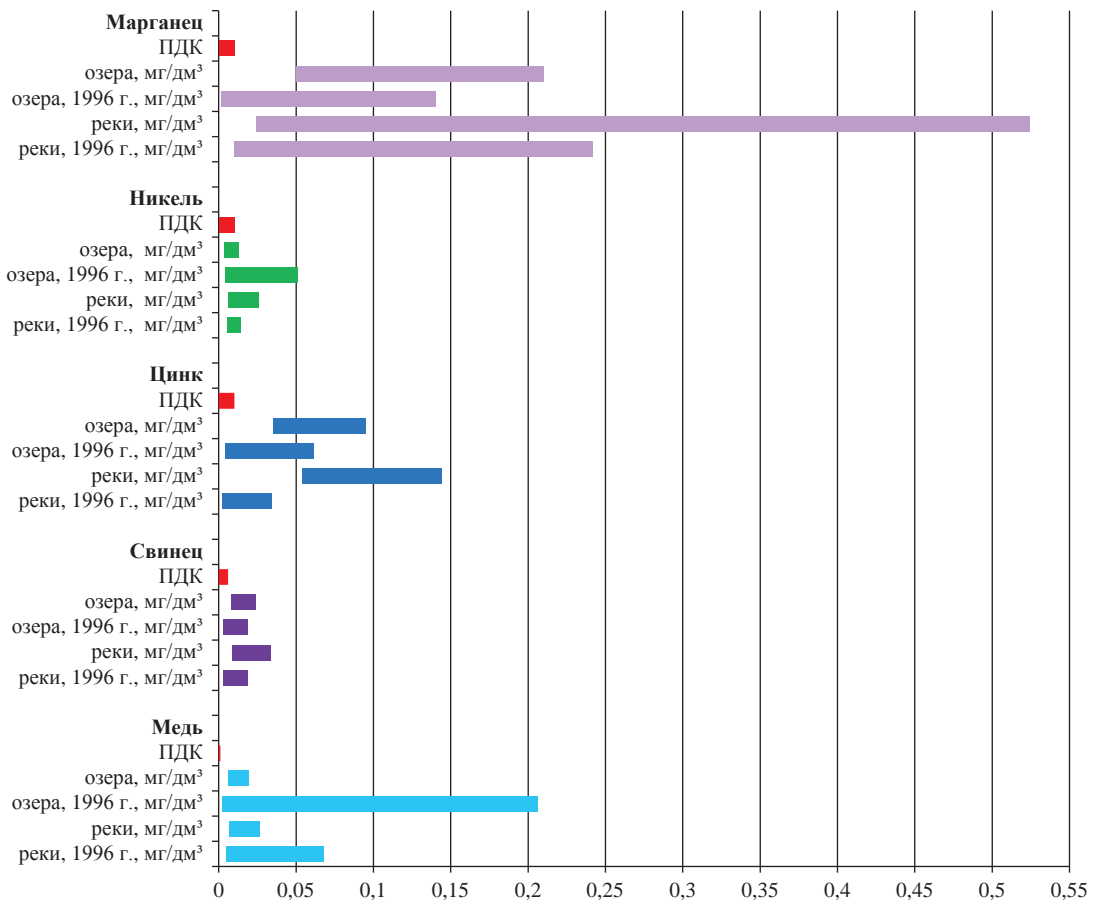


Рис. 5. Содержание в водных объектах марганца, никеля, цинка, свинца, меди

территориальной близостью озер по отношению к производственным объектам не выявлено. Гидрохимический состав озерных вод сходен, различия проявляются только в уровне концентраций типоморфных элементов и соединений – аммонийных ионов, органического вещества, цинка, меди и свинца. Эти различия могут быть обусловлены преобладанием разных типов питания водотоков, а также степенью заболоченности водосборов озер.

Известно, что именно относительно краткосрочный период интенсивного освоения месторождений углеводородного сырья, а также период строительства производственных и инфраструктурных объектов оказывают наибольшее негативное воздействие на окружающую среду. В отношении территории Бованенковского НГКМ, освоение которого ведется с конца 1980-х гг., можно констатировать, что современная ситуация с поверхностными водными объектами остается достаточно стабильной.

Таким образом, в настоящее время состав поверхностных вод на территории Бованенковского НГКМ в основном обусловлен природными условиями, и техногенный фактор не оказывает на них существенного влияния.

Список литературы

1. Природа Ямала / под ред. Л.Н. Добринского. – Екатеринбург: УИФ наука, 1995. – 435 с.
2. Ермилов О.М. Воздействие объектов газовой промышленности на северные экосистемы и экологическая стабильность геотехнических комплексов в криолитозоне / О.М. Ермилов, Г.И. Грива, В.И. Москвин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 148 с.
3. Дорожукова С.Л. Эколого-геохимические особенности нефтегазодобывающих районов Тюменской области / Автореф. дисс. к.г.-м.н. – М., 2004. – 25 с.
4. Уварова В.И. Современное состояние уровня загрязненности вод и грунтов Обь-Иртышского бассейна // сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1989. – Вып. 305. – С. 23–33.