

61:03-4/1-0

ООО «ТюменНИИгипрогаз»

На правах рукописи

Кравцов Юрий Васильевич



**ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УРЕНГОЙСКОГО
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

25.00.07 - Гидрогеология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научные руководители:

Доктор географических наук, профессор
Калинин Владимир Матвеевич

Доктор геолого-минералогических наук,
профессор, заслуженный деятель науки
техники России
Матусевич Владимир Михайлович

Тюмень - 2002

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	4
Введение.....	5
1. Природные условия формирования качественного состава поверхностных и подземных вод.....	10
1.1 Общие сведения о районе исследования.....	10
1.2 Орография.....	13
1.3 Климат и гидрография.....	14
1.4 Почвы и растительность.....	22
1.5 Геологическое строение.....	29
1.6 Геокриологические условия.....	34
1.7 Мерзлотно-гидрогеологические условия.....	37
2 Основные направления антропогенного изменения водной среды территории Уренгойского месторождений.....	43
2.1 Источники и виды воздействия на водную среду.....	43
2.2 Водопотребление.....	48
2.3 Водоотведение.....	52
2.4 Твердые отходы.....	59
2.5 Отходы при бурении нефтегазовых скважин.....	62
2.6 Атмосферные выбросы.....	64
3 Химический состав и режим природных вод на территории месторождения.....	72
3.1 Краткие сведения об изученности химического состава природных вод месторождения.....	72
3.2 Основные факторы и процессы формирования химического состава природных вод Уренгойского месторождения.....	73
3.3 Надмерзлотные воды.....	78
3.4 Поверхностные воды.....	94
3.5 Межмерзлотные воды.....	106
3.5.1 Особенности формирования химического состава межмерзлотного водоносного горизонта отложений некрасовской серии.....	107
3.5.2 Гидрогеохимическая характеристика и качество подземных вод межмерзлотного водоносного комплекса в начальный период освоения Уренгойского месторождения.....	109

3.5.3	<i>Химический состав межмерзлотных вод в период 1984-2001гг.</i>	110
3.5.4	<i>Техногенное загрязнение межмерзлотных вод.....</i>	114
3.5.5	<i>Химический состав и режим межмерзлотных вод на участке Новоуренгойского водозабора</i>	121
3.6	<i>Подмерзлотные воды.....</i>	147
4	Методические рекомендации по организации и ведению экологического мониторинга природных вод нефтегазовых месторождений Севера Западной Сибири.....	156
4.1	Общий подход к концепции экологического мониторинга природных вод и его организации на территории нефтегазоконденсатных месторождений.....	156
4.2	Локальный мониторинг основных источников загрязнения природных вод...	160
4.2.1	<i>Организация и производство гидрогеохимического контроля.....</i>	167
4.3	Гидрогеохимический мониторинг межмерзлотных подземных вод.....	177
4.4	Гидрогеохимический мониторинг бассейнов рек месторождения.....	181
	Выводы.....	186
	Список использованных источников.....	189
	Приложения:	
	Приложение 1. Результаты химических и спектральных анализов снегового покрова на Уренгойском месторождении. Табл. П.1-П.3.....	201
	Приложение 2. Химический состав надмерзлотных и поверхностных вод на Участках кустов скважин. Табл. П.4-П.7.....	206
	Приложение 3. Химический состав поверхностных вод. К разделу 3.4 Поверхностные воды. Табл. П.8-П.11.....	211
	Приложение 4. Химический состав подземных вод межмерзлотных горизонтов Уренгойского месторождения. К разделу 3.5 Межмерзлотные воды. Табл. П.12-П.17.....	219
	Приложение 5. Химический состав подземных вод сеноманских отложений Уренгойского вала и Ен-Яхинского поднятия. К разделу 3.6 «Подмерзлотные воды». Табл. П.18.....	229
	Приложение 6. Рисунки к разделу 3.3 «Надмерзлотные воды». Рис. П.1-П.6.....	234
	Приложение 7. Рисунки к разделу 3.4 «Поверхностные воды». Рис. П.7-П.14.....	241
	Приложение 8. Рисунки к разделу 3.5.8 «Химический состав и режим межмерзлотных и поверхностных вод на участке Ново-Уренгойского водозабора». Рис. П.15-П.30.....	250

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БСНИИ – база снабжения нефтепродуктами и ингибиторами
БПК₅ – биологическое потребление кислорода
ХПК – химическое потребление кислорода
БСВ – буровые сточные воды
ГСМ – горюче-смазочные материалы
ГВК – газо-водяной контакт
ГФУ – газовая факельная установка
ДЭГ – диэтиленгликоль
ЦПС – центральный пункт сбора нефти
ДКС – дожимная компрессорная станция
ДНС – дожимная насосная станция
ЗПК – завод по переработке газового конденсата
ЗСО – зоны санитарной охраны
КС – компрессорная станция
КОС – канализационные очистные сооружения
НГДУ – нефтегазодобывающее управление
ОПС – окружающая природная среда
ПДК – предельно-допустимая концентрация
ПАВ – поверхностно активные вещества
СТС – сезонно-талый слой
СЗЗ – санитарная защитная зона
ТБО – твердые бытовые отходы
УГПУ – Уренгойское газоперерабатывающее управление
УКПГ – установка комплексной подготовки газа
УМР – управление механизированных работ
СФК – стокоформирующие комплексы

ВВЕДЕНИЕ

В диссертационной работе выполнен анализ сложившегося к настоящему времени эколого-геохимического состояния природных поверхностных и подземных вод зоны активного водообмена на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения, дано обоснование методических подходов к эколого-геохимическому мониторингу его водной среды.

Актуальность проблемы. При разведке, освоении, разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений Западно-Сибирской газоносной провинции очень остро стоит проблема охраны окружающей природной среды, в том числе и водной, наиболее динамичного и уязвимого ее компонента, теснейшим образом связанного с другими компонентами. В настоящее время на Уренгойском месторождении складываются неблагоприятные эколого-геохимические условия водной среды в результате сильнейшего техногенного воздействия на окружающую природную среду. В связи с этим в ОАО «Газпром» разрабатывается система производственно-экологического мониторинга, которая внедряется на нефтегазоконденсатных промыслах отрасли, в том числе и на Уренгойском.

Эколого-геохимический мониторинг водной среды в системе производственно-экологического мониторинга является одной из его основных составляющих (Постановление РАО «Газпром», 1995). По его данным можно судить об эффективности предпринимаемых природоохранных мероприятий и производственно-экологического мониторинга в целом. Проектирование и организация экологического мониторинга подземных и поверхностных вод сопряжены с большими трудностями из-за отсутствия обобщающих работ по их эколого-геохимическому состоянию на месторождении, что связано с их недостаточной геохимической изученностью.

Для Уренгойского месторождения обобщающие работы по эколого-геохимическому состоянию природных вод и его прогнозу в настоящее время практически отсутствуют, хотя в последние 3-4 года появился материал по геохимии вод в связи с работами ООО «Уренгойгазпром», ООО «ТюменНИИгипрогаз», «ВНИПИгаздобыча» и др.

Обобщение материалов этих работ вместе с материалами исследований, выполненными ранее, позволило автору разработать новые подходы к оценке и прогнозу эколого-геохимического состояния подземных и поверхностных вод месторождения, а также концепцию, схему и программу их эколого-геохимического мониторинга на территории нефтегазоконденсатных месторождений Западной Сибири.

Проблемами эколого-геохимического состояния подземных и поверхностных вод и их мониторинга в районе месторождения посвящены работы О.М. Севостьянова, Е.В. Захаровой, В.П. Ильченко, К.Е. Питьевой, А.П. Каменева, В.Т. Цацульникова, Н.П. Солнцевой, А.П. Камышева, В.В. Коношко, А.П. Афанасьева, Е.Е. Подборного, Н.Л. Ярославцева, А.И. Ковальчука, В.А. Бешенцева, Ю.В. Васильева, О.Г. Бешенцевой, Е.В. Волоховой, и других.

Наибольший вклад в исследование вопроса формирования состава природных вод за последние 20-35 лет внесли: О.А. Алекин, В.С. Самарина, А.А. Карцев, В.М. Матусевич, Ю.К. Смоленцев, Е.В. Посохов, А.А. Бродский, Е.В. Пиннекер, К.Е. Питьева, В.А. Нуднер, А.И. Перельман, С.Л. Шварцев, П.А. Удодов, М.А. Глазовская, Н.П. Анисимова, Н.А. Вельмина, В.А. Ковда, А.М. Овчинников, Ф.Н. Тютюнова, Р.С. Кононова, С.М. Фотиев, В.П. Ильченко, Ю.Н. Акуленко, Е.А. Пономарев, В.М. Калинин, Н.Г. Шубенин, А.Р. Курчиков, Б.П. Ставицкий, Н.М. Рассказов, А.Д. Назаров и др.

Цель исследований - анализ и оценка современного эколого-геохимического состояния природных вод территории разрабатываемых нефтегазоконденсатных месторождений Западно-Сибирской газоносной провинции на примере Уренгойского месторождения, разрабатываемого более 20 лет, определение роли природных и техногенных условий, и факторов в формировании химического состава природных вод исследуемой территории, определение подходов и методов ведения их эколого-геохимического мониторинга в рамках производственно-экологического мониторинга.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- дана характеристика природных условий формирования природных (поверхностных и подземных) вод региона на территории месторождения;
- определены и охарактеризованы основные направления техногенного воздействия на поверхностную и подземную гидросферу месторождения в качественном и количественном отношении со стороны объектов добычи, подготовки, транспорта углеводородов, промышленных и селитебных зон;
- проанализированы основные факторы и процессы формирования химического состава и режима природных вод на территории месторождения;
- определены состав и методы эколого-геохимического мониторинга природных вод на Уренгойском месторождении: разработаны рекомендации по эколого-геохимическому мониторингу надмерзлотных и поверхностных вод на объектах добычи, подготовки, транспорта углеводородов; разработаны рекомендации по эколого-геохимическому мониторингу межмерзлотных подземных вод на территории месторождения (гидрогеохимический мониторинг); предложены методические подходы к эколого-геохимическому гидрогеохимическому мониторингу бассейнов рек месторождения.

Исходными материалами для работы послужили данные, полученные автором при мерзлотных, гидрогеохимических, гидролого-гидрогеологических, инженерно-геологических исследованиях на нефтегазоконденсатных месторождениях Западной Сибири: Медвежьем (1986-1989 гг), Бованенковском (1989), Уренгойском (1987-1993, 1994-2001 гг.), Ямсовейском и Заполярном (1996), Кальчинском нефтяном (1992-1994 гг.). Кроме того автором обобщены имеющиеся публикации по Западно-Сибирскому нефтегазоносному региону, фондовые и архивные материалы Главтюменьгеологии (ЗапСибРГЦ), ЗапСибПНИИса, ТюменНИИгипрогаза, Уренгойгазпрома, опубликованные научно-методические работы по вопросам экологического мониторинга и др.

Методы исследований. Причины и следствия негативных геохимических процессов (загрязнение гидросферы, деградация среды обитания и др.) установлены на основе комплексного анализа материала. Основные методы исследования: геолого-структурный, геокриологический, гидрогеологический, географо-гидрологический, химический и гидрогеохимический, математико-статистический, полевые исследования, объективная оценка полученных результатов.

Научная новизна. Впервые для региона автором выявлена определяющая роль надмерзлотных подземных вод в формировании локального (техногенного) гидрогеохимического фона. Исследованы и определены характер и степень геохимического загрязнения надмерзлотных, и поверхностных вод от локальных, равномерно-рассредоточенных объектов добычи углеводородов (кустов газовых, конденсатных, нефтяных скважин), от объектов подготовки газа, нефти, участков аварийных утечек нефти. Разработан и внедрен в практику эколого-геохимический метод контроля природных вод и почв на объектах Уренгойгазпрома и Новоуренгойского филиала ООО «Бургаз». Выявлена значительная роль процессов криогенного химического метаморфизма в формировании химического состава надмерзлотных вод и его влияние на усиление и углубление техногенного геохимического метаморфизма надмерзлотных вод, почв и почво-грунтов.

Исследованиями автора выявлено формирование на нефтегазовых месторождениях искусственных ландшафтно-геохимических систем, играющих в условиях техногенного воздействия на окружающую природную среду определяющую роль в распределении, трансформации техногенных и природных потоков химических веществ, формировании геохимического фона природных вод, показана необходимость локального эколого-геохимического мониторинга таких систем, даны методические рекомендации по его ведению.

Впервые на территории месторождения исследованиями автора выявлены участки прогрессирующего геохимического загрязнения и выраженного техногенного метаморфизма межмерзлотного водоносного горизонта, ранее считавшегося практически незагрязненным,

рекомендована срочная его очистка, а также организация и ведение гидрогеохимического мониторинга на всей площади его распространения и использования.

На защиту выносятся:

1. Определяющая роль надмерзлотных подземных вод в формировании локального (техногенного) гидрогеохимического фона и вторичных ореолов геохимического загрязнения.

2. Закономерности формирования локального (техногенного) гидрогеохимического фона, на основе которых разрабатывается методика эколого-геохимического мониторинга подземных и поверхностных вод на Уренгойском месторождении и его аналогах (Заполярном и др.).

3. Методика эколого-геохимического мониторинга подземных и поверхностных вод, позволяющего выявлять источники загрязнения, текущее экологическое состояние вод, разрабатывать и выполнять защитные мероприятия, оценивать их эффективность, принимать управляющие решения по их корректировке.

Практическое значение и реализация результатов работы.

Работа выполнена в результате проработки актуальных экологических проблем на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении, частично на Заполярном, Ямсовейском и Кальчинском нефтяном месторождениях.

Практическая значимость работы заключается в:

- установлении основных источников загрязнения природных вод на территориях нефтегазоконденсатных месторождений на примере Уренгойского месторождения;

- разработке методических рекомендаций по ведению экологического мониторинга природных вод нефтегазоконденсатных месторождений севера Западной Сибири.

Методические положения и практические рекомендации работы легли в основу ведомственных нормативно-методических документов (Инструкции по проведению экоаналитического контроля состояния почв и природных вод за пределами кустовых площадок в процессе ведения и по окончании буровых работ, 1997; Регламент геохимического контроля почв, природных вод при бурении скважин, эксплуатации объектов нефтегазодобычи, подготовки и транспорта газа на севере Тюменской области. ВРД 39-1.13-002-98), которые используются в производственной практике подразделений ОАО «Газпром»: ООО «Уренгойгазпром», Тюменском филиале ООО «Бургаз» и других организациях.

Апробация работы и публикации. Результаты исследований освещались на заседаниях секции «Экология и охрана окружающей среды» Научно-технического Совета ОАО «Газпром» в городах Саратов (1996, 1998), Санкт-Петербург (1999), Тюмень (2000), международной научно-практической конференции (Тюмень, ТюмГУ 11-14 сентября 1995), Чет-

вертом международном конгрессе «Вода: Экология и технология (Москва, 30 мая 2000 г.), научно-практической конференции «Гидрология Урала на рубеже веков» (г. Пермь, 1999) и др. По теме диссертации опубликовано 19 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем работы изложен на 188 страницах текста, включая 33 таблицы, 30 рисунков, в 8 приложениях, включающих 18 таблиц и 31 рисунок. Список литературы включает 203 наименования.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность своим научным руководителям д.г.н., профессору В.М. Калинину, д.г.-м.н., профессору, заслуженному деятелю науки и техники России В.М. Матусевичу за постоянную помощь, практические предложения, полезные замечания и предложения при написании работы. Автор благодарит за ценные советы и замечания всех сотрудников кафедры экологического мониторинга и землеведения ТюмГУ, кандидата геол.-мин. наук В.Т. Цацульникова.

1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

1.1. Общие сведения о районе исследований

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение расположено на левобережье нижнего течения реки Пур и включает в себя собственно Уренгойское месторождение, а также Ен-Яхинскую площадь и Северо-Уренгойское месторождение (рис 1).

В административном отношении Уренгойское месторождение и Ен-Яхинская площадь расположены у западной границы Пуровского района, Северо-Уренгойское – Надымском районе Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Ен-Яхинская площадь и Северо-Уренгойское месторождения расположены за Полярным кругом.

Основным населенным пунктом района является город Новый Уренгой, расположенный на юго-западе Уренгойского месторождения. Поселки Тарко-Сале, Старый Уренгой, Самбург, Тазовский расположены на правом берегу р.Пур в 80-100 км от Уренгойского и Ново-Уренгойского месторождений. Город Новый Уренгой связан железной дорогой с городами Ноябрьском, Сургутом и далее - с Тюменью. На север от г.Нового Уренгоя железная дорога идет вдоль Уренгойского и Ямбургского месторождений до порта на Обской губе (Будьков, 1988).

На Уренгойском месторождении разведочными скважинами вскрыт разрез мезокайнозоя до глубин 3800-3350 м от юрских до четвертичных отложений. Продуктивные горизонты приурочены к юрскому, валанжин-готеривскому (некомскому) и сеноманскому комплексам (Нестеров, Салманов и др., 1975, Геология СССР, 1964). Газоносность юрских отложений отмечена лишь на Уренгойской площади единичными разведочными скважинами на глубинах 3050-3070 м (Нестеров, Салманов, 1975).

В нижнемеловых отложениях на Уренгойской площади открыто большое количество горизонтов с газоконденсатными залежами на глубинах 2250-3000 м в валанжин-готеривском комплексе (Геология СССР, 4 II, 1964). Часть из этих горизонтов содержат газоконденсатные залежи с нефтяными оторочками.

На Ен-Яхинской площади в валанжинских отложениях открыты газоконденсатные залежи с нефтяными оторочками на глубинах 3000-3050 м.

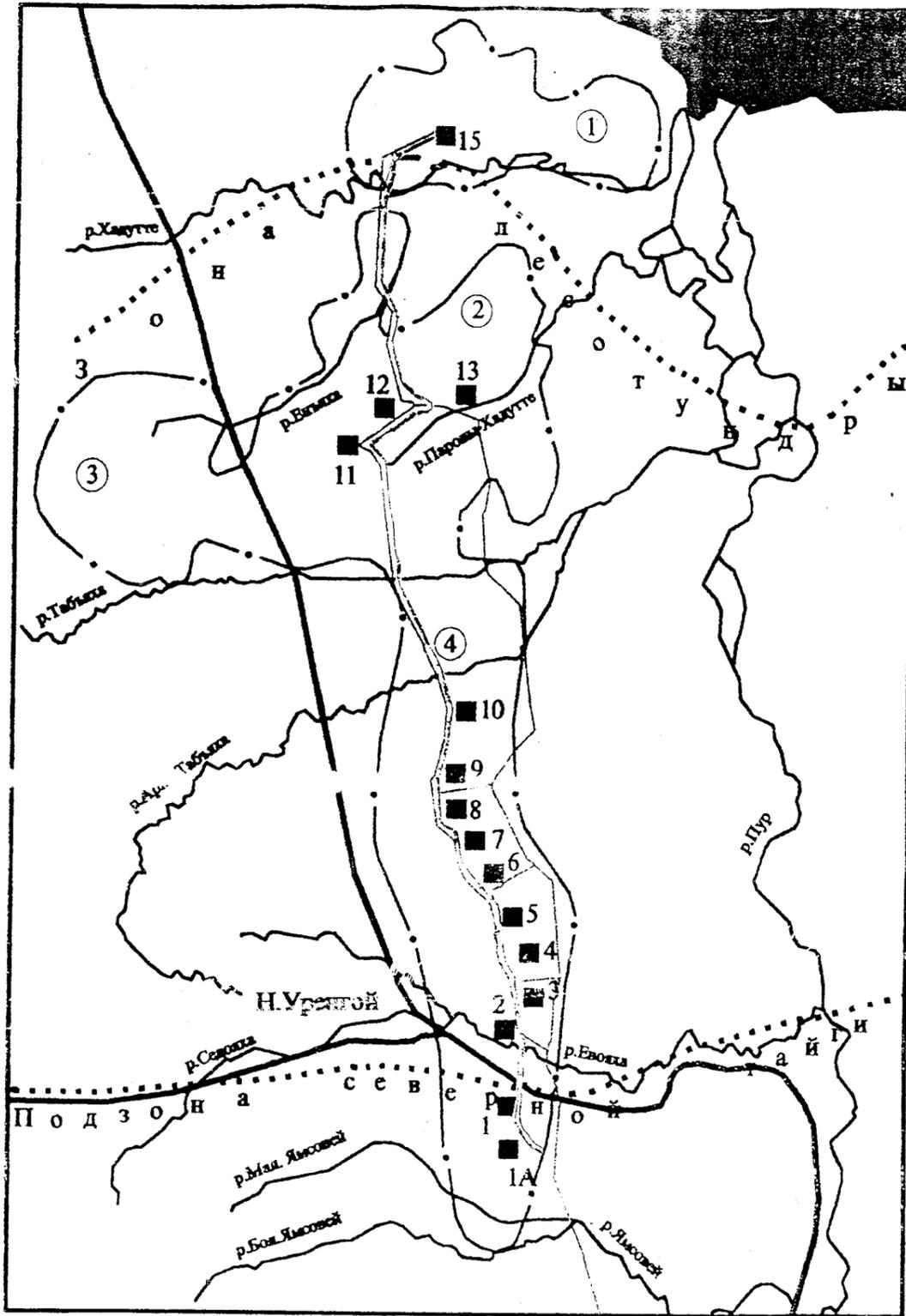


Рис.1 Обзорная карта-схема Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения

- | | | | | | |
|--|------------------------|--|-------------------|---|----------------------|
| | - контур газоносности | | - УКИП | ① | - Северо-Уренгойское |
| | - месторождения | | - железная дорога | ② | - Ен-Яхинское |
| | - автомобильная дорога | | - трубопроводы | ③ | - Песцовое |
| | | | | ④ | - Уренгойское |

На Северо-Уренгойской площади в валанжин-готеривском комплексе на глубинах 2100-2700 м открыты газоконденсатные залежи.

Над валанжин-готеривским комплексом залегает мощная (около 1600 м) толща песчано-алевролитов с прослоями глин, которую венчают сеноманские отложения. К верхней части этой толщи на Уренгойском месторождении приурочена сеноманская газовая залежь, развитая на глубинах 1000-1250 м. Сеноманская газовая залежь Уренгойского месторождения объединяет общим контуром газоносности Уренгойский вал, Ен-Яхинское и Песцовое поднятия. Покрышкой залежи являются глинистые отложения турон-датского возраста общей мощностью до 670 м (Геология СССР, часть I, 1964).

Основные запасы газа на Уренгойском месторождении заключены в сеноманских отложениях. Сеноманская газовая залежь приурочена к мощной толще, представленной в основном песчаниками и алеролитами, сложно переслаивающимися с глинами. Длина залежи с севера на юг около 180 км. Ширина от 16-25 м в пределах Уренгойского вала до 30 км на Песцовом и Ен-Яхинском поднятиях. Высота залежи до 220 м на Уренгойском валу и до 100 м на Песцовом и Ен-Яхинском поднятиях (Севостьянов, 1993).

Газовая залежь в сеноманских отложениях сводовая, подстилается водой, имеет промежуточный тип между пластово-массивным и массивным.

По материалам промыслово-геофизических исследований скважин газовой залежи контакт в однородных мощных пластах песчаников отбивается достаточно четко. Поверхность его имеет слабый наклон на абсолютных отметках от -1187 м на юге Уренгойского вала и от -1190 м на Песцовой площади до -1200 м на севере Табьяхинского участка (Севостьянов, 1993). Начальное среднее пластовое давление в сеноманской газовой залежи, по данным ГКЗ (1979 г), принято 12,22 МПа для Уренгойской и Ен-Яхинской площадей и 12,27 МПа для Песцовой площади. В первых двух случаях это давление близко к среднему, приведенному к плоскости на абсолютной отметке -1120 м (на трети высоты залежи от ГВК), а на Песцовой площади равно давлению на уровне ГВК (-1190 м). Пластовая температура в сеноманской газовой залежи принята ГКЗ для всего Уренгойского месторождения в среднем 31°C.

Разработка сеноманской газовой залежи началась в апреле 1975 г. В настоящее время добыча сеноманского газа ведется на пятнадцати установках комплексной подготовки газа (УКПГ), из которых 11 установок находятся на Уренгойской площади (УКПГ-1, 1А, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), три на Ен-Яхинской площади (УКПГ-11, 12, 13) и одна (УКПГ-15) на Северо-Уренгойской площади (см. рис. 1).

Добыча газа и конденсата из неокомских залежей производится только на Уренгойской площади, на УКПГ-1А, А3, 5В, 8В.

Добыча нефти осуществляется с 1984 года на двух опорных участках Уренгойского месторождения (УКПГ-1АС и УКПГ-6), на каждом из которых имеется центральный пункт сбора нефти, соответственно, ЦПС-1 и ЦПС-2.

Газовый конденсат и нефть поступают на Уренгойский завод по переработке газового конденсата (УЗПК), откуда по магистральному конденсатопроводу транспортируются в г.Сургут.

В начале 1978 г. вступил в действие газопровод Уренгой-Надым, по которому газ Уренгойского месторождения стал поступать в Европейскую часть страны. В 1983 г. закончено строительство экспортного газопровода Уренгой-Ужгород. В южном направлении газ транспортируется по газопроводу Уренгой-Челябинск, строительство которого закончено в 1979 г.

1.2. Орография

Уренгойское месторождение находится на восточном склоне Ненецкой возвышенности, являющейся водораздельной частью Надым-Пуровского междуречья. Поверхность земли слабо наклонена на восток к реке Пур и на северо-восток к Тазовской губе. Река Хадутгэ и левые притоки реки Ур-Ямсовей, Евояха, Табьяха и Арка-Табьяха пересекают территорию месторождения в широтном направлении, расчленяя ее на несколько водораздельных участков.

Основная часть территории имеет абсолютные отметки поверхности земли от +20 м до +60 м. Наиболее высокие отметки характерны для юга – для междуречий малый Ямсовей –Евояха и Евояха-Арка-Табьяха. Большая часть этих междуречных пространств занята высотами более +50 м вплоть до максимальных отметок +80 м. Вышеуказанные основные реки района прорезают поверхность до абсолютных отметок +30м, +20 м и ниже. Урезы воды в русле реки Табьяха находятся на отметках от +32 м до +5 м; реки Еньяхи – на отметках от +34 м до +12 м.

Склоны водоразделов обычно выровненные с углами наклона менее 1°. На междуречье Евояха-Табьяха, особенно на водораздельной его части, где берут начало многочисленные ручьи и речки, наблюдается наибольшая эрозионная расчлененность. Здесь развиты холмы и увалы, гряды, лога и овраги, долины мелких рек и ручьев, ложбины временные водотоков. Наиболее развиты овраги вдоль рек Арка-Табьяха и Табьяха. Глубина вреза эрозионной сети достигает 40-50 м. Долины водотоков низкого порядка имеют V-образную или корытообразную форму с очень узким (10-20 м) днищем и крутыми, обычно незадернованными, бортами высотой 4-6 м. При слиянии ручьев их долины расширяются до нескольких сотен метров, борты выполаживаются, но остаются достаточно крутыми.

В целом район месторождения располагается в области среднеплейстоценовых морских аккумулятивных равнин, первичные формы рельефа которых трансформированы эрозией речных вод и мерзлотными процессами. Здесь выделяется в основном абразионно-аккумулятивный тип рельефа Салехардской морской и Казанцевской прибрежно-морской равнин, а также эрозионно-аккумулятивный тип рельефа этих же равнин и комплекса надпойменных террас крупных (р.Пур) и средних рек (притоков р.Пур) (Геокриологические условия..., 1983).

1.3. Климат и гидрография

Климат района определяется его географическим расположением на севере Западной Сибири, вблизи Северного Ледовитого океана. Для него характерен продолжительный холодный период с устойчивым снежным покровом (8-9 месяцев в году) и сильными ветрами (Справочник по климату СССР, 1965, 1967, 1968). Устойчивый снежный покров держится с октября по май включительно, а в отдельные годы переходит на первую и вторую декады июня. Первый снег часто выпадает в первой декаде сентября, иногда в третьей декаде августа. Рельеф и встречающаяся лесная растительность сильно влияет на перераспределение снега. Максимальная высота снежного покрова достигает 40-100 см, в старичных понижениях – 100 см, на реках – до 90 см, в лесах и на берегах рек до 120 см. Возвышенные открытые поверхности бывают едва прикрыты снегом или оголены.

Среднегодовая температура воздуха отрицательная и равна $-9,5^{\circ}\text{C}$. Самые холодные месяцы январь и февраль, среднемесячная температура которых колеблется от $-31,6^{\circ}\text{C}$ до $-34,9^{\circ}\text{C}$. Средняя зимняя температура воздуха от -14°C до -20°C . Средняя летняя температура воздуха от $+8^{\circ}\text{C}$ до $+11^{\circ}\text{C}$. В наиболее жаркие дни (в июле) температура воздуха достигает $+28^{\circ}\text{C}$, $+34^{\circ}\text{C}$. Положительные температуры воздуха обычно отмечаются с марта по октябрь включительно, а иногда в ноябре и декабре. Среднемесячные температуры воздуха изменяются в пределах от -37°C до $+19^{\circ}\text{C}$, а среднемесячные температуры на поверхности почвы от -39°C до $+22^{\circ}\text{C}$ (2). Положительными среднемесячными температурами воздуха и почвы характеризуется, как правило, период с июня по сентябрь, из которого в июле она максимальная среднемесячная температура воздуха изменяется в пределах от $+14,0^{\circ}\text{C}$ до $+10,0^{\circ}\text{C}$, а на поверхности почвы от $+16^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$). Наиболее низкие положительные среднемесячные температуры воздуха свойственны сентябрю (от $+3^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$). В наиболее холодные месяцы абсолютный минимум температуры воздуха достигает -60°C . Годовые колебания температуры воздуха изменяются от 13° -30°C до $6-35^{\circ}\text{C}$. Значительные колебания температуры воздуха отмечаются даже в наиболее устойчивые по температурам месяцы (январь, февраль, июль). В январе-феврале они могут быть до 38° - 40°C , а в июле до $22-30^{\circ}\text{C}$. Наиболее низкие

температуры на поверхности почвы наблюдаются в январе, феврале, а иногда в декабре (изменяясь от -8°C , -10°C до абсолютного минимума порядка -52°C , -60°C . Наиболее высокими температурами на поверхности почвы характеризуется июль, иногда август. Температура в этот период изменяется от $+1^{\circ}\text{C}$, $+8^{\circ}\text{C}$ до абсолютного максимума порядка $+41^{\circ}\text{C}$, $+50^{\circ}\text{C}$. Годовые колебания температуры на поверхности почвы измеряются от 12°C до 20°C (Справочник..., 1965).

Атмосферных осадков выпадает до 500 мм в год. Большое их количество приходится на летние месяцы (в виде дождя). В зимний период наибольшее количество осадков выпадает в первую половину, т.е. в октябре-декабре. Всего на зимний период приходится примерно 40% годовой суммы осадков Справочник..., 1968).

Относительная влажность воздуха составляет 80%, достигая максимума (порядка 90%) в холодное время года, а минимума (64%) – в июне.

Характерна низкая облачность с морозящими дождями в летне-осенний период. Ежемесячно в отдельные дни бывают туманы. Количество дней с туманами в году до 40 дней. Наиболее продолжительные туманы в период с октября по март.

Скорость ветра значительна весь период. В 30% случаев скорость ветра превышает 10 м/с. Наиболее ветреным периодом года является зима. Летом преобладают ветры северных румбов, в холодное время года – юго-западные (Справочник..., 1967). Условия испарения зависят от осадков, влажности почвы, радиационного баланса, плотности и испаряющих свойств подстилающей поверхности. Годовая величина испарения доходит до 35 см (Гидрогеология СССР, 1970).

В гидрографическом отношении территория Уренгойского месторождения расположена в левобережной части р.Пур, захватывая его левые притоки.

Она характеризуется развитой речной сетью. Средняя густота речной сети составляет 0,5 км на 1 км² площади месторождения, увеличиваясь в отдельных местах до 1,0-1,7 км на 1 км². Речная сеть представлена в основном мелкими речками и ручьями, являющимися притоками основных водных артерий района, к которым относятся реки: Малый Ямсовей; Евояха с притоками Седзяха и Мареловояха, Арка-Табьяха с притоками Арка-Тонга-Лова, Табьяха; Хадуттэ с притоком, Еньяха. Все эти реки имеют хорошо выработанные долины и продольные профили. Реки являются типично равнинными, меандрирующими. (рис. 2). В руслах встречаются острова и косы. Ширина русел крупных рек достигает 50-100 м (Ресурсы..., 1973).

В половодье реки разливаются до 300-500 м и более. Скорость течения воды в реках низкая, порядка 0,4 м/с и до 1 м/с на перекатах. Реки в основном мелкие, непригодные для

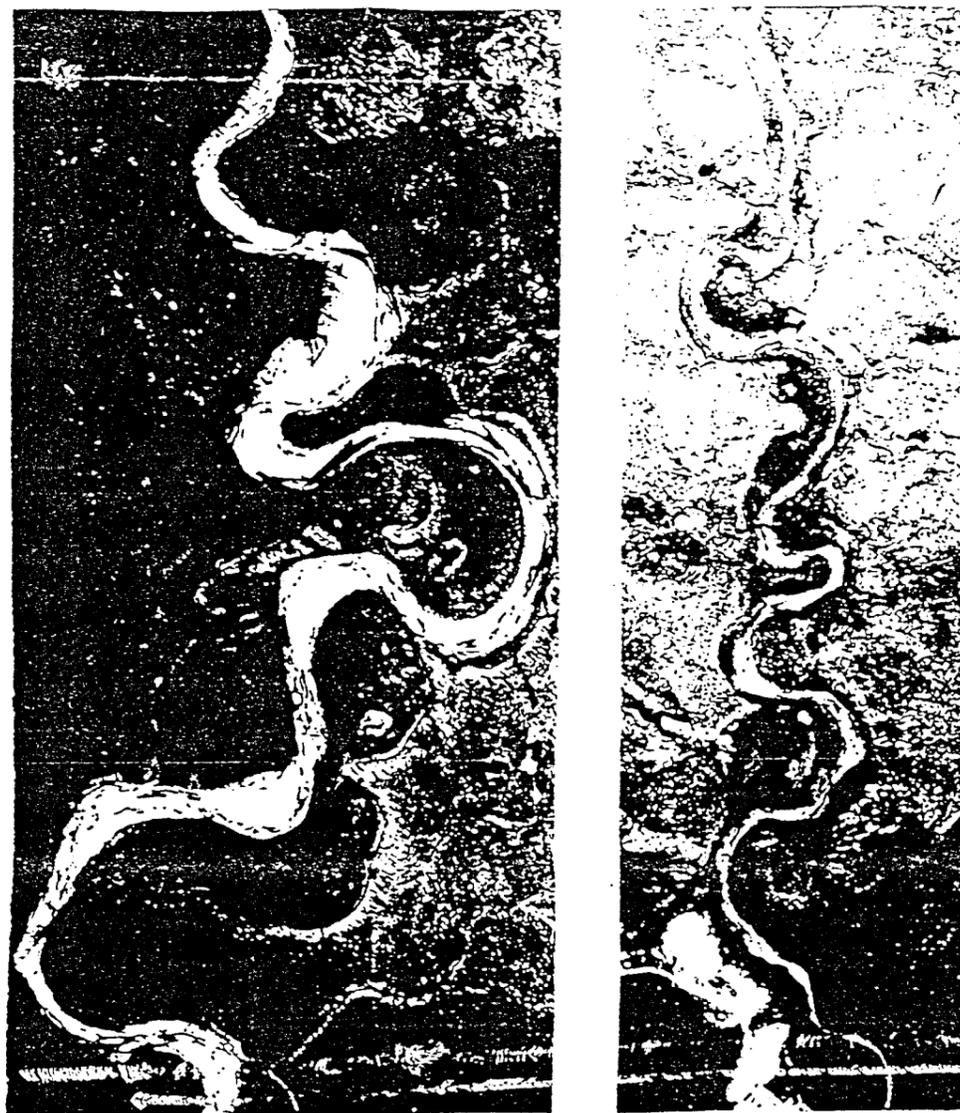


Рис. 2 Меандрирование русел рек на территории Уренгойского НГКМ.
М 1:10 000

судоходства. Глубина их от 3,2 м до 5,0 м, на плесовых участках 3-7 м. Падение уровней воды 3,3-1,0 м и на 1 км.

По характеру водного режима реки района месторождения относятся к рекам с весенне-летним половодьем и паводками в теплый период года. Форма половодья, в основном, одновершинная. Весенний подъем уровня на реках начинается в середине мая на юге территории и в конце мая - начале июня на севере. Подъем уровня происходит очень интенсивно - до 0,5-1,0 м/сут, причем вода в начале половодья часто течет поверх снега и льда в русле. Наивысшие уровни весеннего половодья на реках в южной части территории наступают через 10-12 дней после начала подъема, на севере через 5-8 дней. Подъем уровней на реках составляет 3-5 м в зависимости от влагозапасов и дружности половодья. Спад половодья происходит более плавно, чем подъем. Выпадение осадков в период спада половодья не только уменьшает интенсивность снижения уровней, но и может вызвать подъемы уровней до 1-1,5 м. Подъемы уровней могут происходить и от заторов льда. Заканчивается половодье на малых реках в конце июня, на больших - в начале-середине июля. После прохождения половодья устанавливается летняя межень, которая наступает с середины июля. Межень может прерываться дождевыми паводками, но высота подъема уровней не превышает максимумов половодья. На малых речках и ручьях сток в засушливые периоды лета может прекращаться совсем. В конце сентября летне-осенняя межень заканчивается (Ресурсы..., 1973). Перед ледоставом уровни воды могут повышаться на 0,3-0,5 м из-за выпавших осадков и из-за сужения русел в результате ледовых явлений.

О водном режиме можно судить по гидрографам стока и графикам хода уровня (рис. 3, 4, 5).

Зимняя межень на реках территории устанавливается в конце сентября на севере и в начале-середине октября на юге месторождения.

Характерная особенность района – обилие озер. В основном это малые озера площадью менее 1 км². В целом коэффициент заозеренности равен 0,7 и увеличивается среди торфяников. Наименее заозеренными являются хорошо дренированные и осушенные придолинные территории крупных рек (Евояха, Арка-Табьяха, Табьяха и Хадугтэ) и главные водоразделы (заозеренность 1% и менее).

Термокарстовые озера распространены преимущественно среди льдистых торфяных отложений. Эти озера имеют разнообразную форму, часто с извилистыми очертаниями береговой линии. Размер их от нескольких десятков метров до одного километра, редко больше. Озера относительно мелкие, глубиной 2-3 м, редко больше.

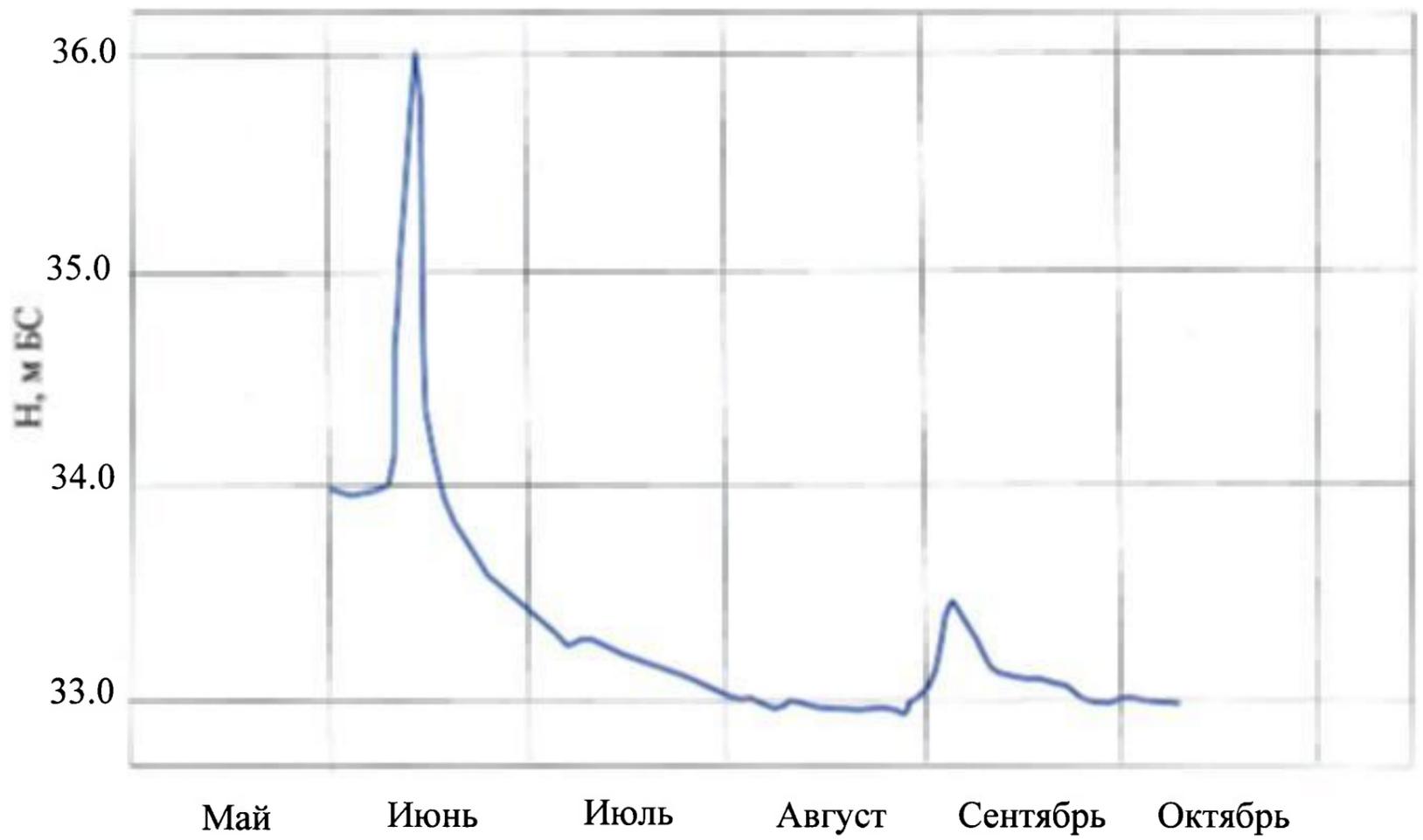


Рис.3 График колебания уровня р.Ево-Яха в районе ж/д ст.Фарафонтьевская

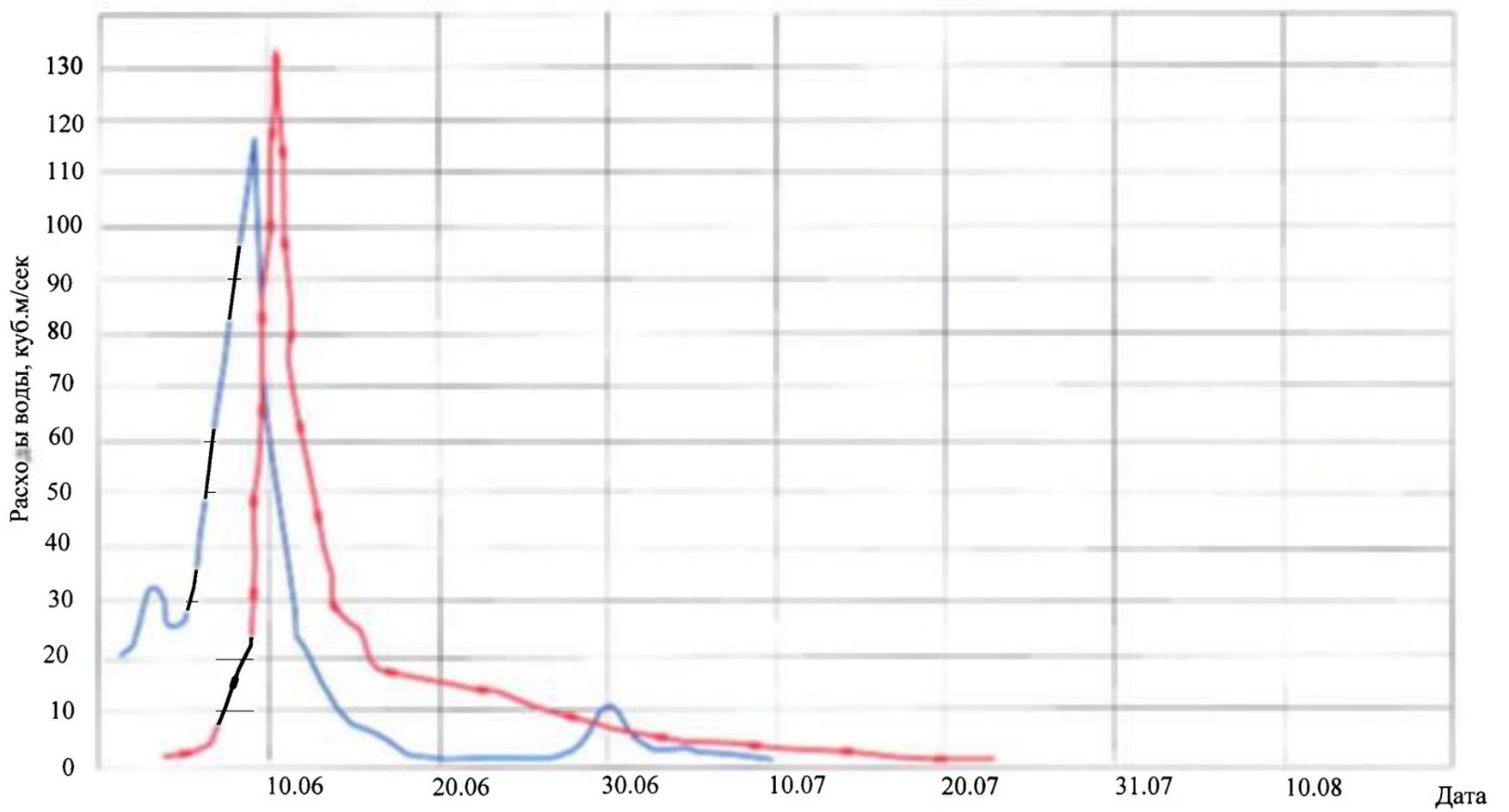


Рис.4 График ежедневных расходов воды р.Сидюютте в районе УКПГ-15

— - 1985г.

—•— 1994г.

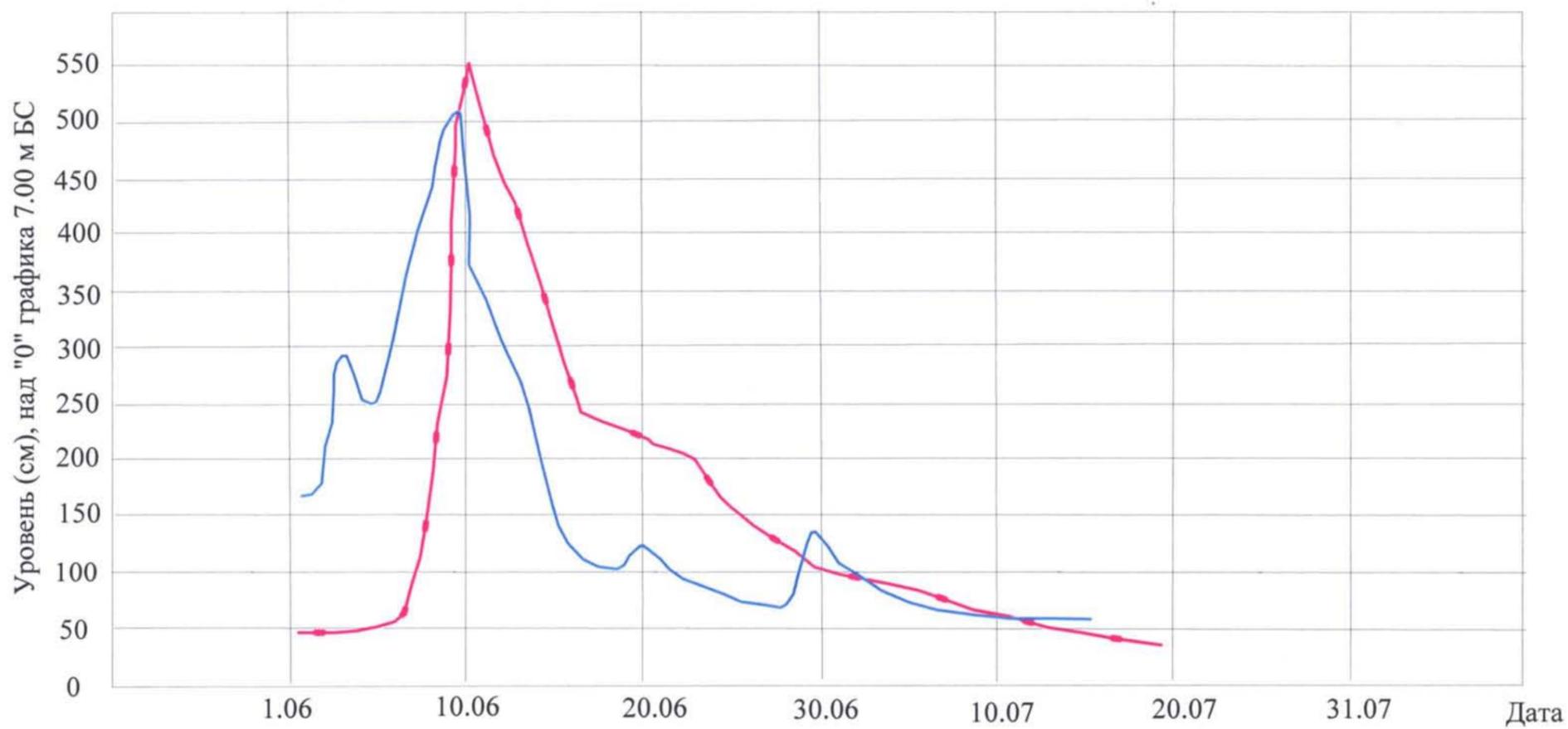


Рис.5 График изменения уровня р.Сидюмютте в районе УКПГ-15

— - 1985

— - 1994

Старичные озера являются неотъемлемой частью речных долин. Эти озера, являющиеся останцами русел рек, имеют удлиненную и серповидную форму. Ширина их достигает 100-200 м, длина до нескольких километров. Размеры старичных озер во многом зависят от величины реки. Большая река оставляет и большие глубокие озера. Глубина таких озер может достигать 9 м и более. Реликтовые озера наиболее крупные и относительно глубокие. Они чаще всего имеют округлую изометрическую форму и размеры до 3-4 км. Распространены эти озера преимущественно на водоразделах. Встречаются осушенные озерные котловины (хасыреи).

Образование льда на озерах происходит несколько раньше, а исчезновение – позже, чем на реках. Озера промерзают на глубину 1,0-1,5 м. Многие мелкие озера промерзают до дна. Питаются озера в основном атмосферными осадками. Грунтовое питание озер ограничено в связи с повсеместным распространением многолетней мерзлоты.

Почти половина территории Уренгойского месторождения заболочена и заторфована. Развиты низинные минеральные и торфо-минеральные болота и плоскобугристые торфяники. Болота имеют глубину до 1 м и более. Распространены болота неравномерно. Они встречаются в основном на водораздельных пространствах, реже в долинах рек. Исключение составляет лишь заболоченная пойма р.Хадутгэ. Широко распространены болота на торфяниках – "дырчатые" или бугристые болота. Они представляют собой чередование сухих торфянистых бугров и обводненных низин – мочажин. Заболоченность на поймах рек проявляется в виде плоских торфяных болот. На междуречье Евояха-Арка-Табьяха встречаются грядово-мочажинные болота, которые представляют собой чередование извилистых торфо-минеральных гряд и мочажин.

К группе озер отнесены и озеровидные расширения русел рек. Для этих озер характерны небольшие площади, значительные максимальные глубины (до 5 м) и большая проточность. Дно таких озер песчаное, часто заиленное. Берега сложены песками и супесями, имеют обычно значительную высоту. Амплитуда колебания уровня в таких озерах зависит от площади водосбора протекающей через озеро реки или ручья и может достигать 1,5-3 м.

Хорошо выраженный максимум уровня на всех типах озер приходится на весенний период. Максимальные уровни наблюдаются в конце мая - начале июня, через 5-10 дней после перехода среднесуточных температур воздуха через 0°C. Талая вода накапливается в озерах поверх мощного ледяного покрова, а затем, при разрушении снежных перемычек в топях и ручьях, начинается интенсивный сток, приводящий к резкому падению уровня. Сток из озер в весенний период происходит только через ручьи и топи поверхностным путем, так как берега в этот период находятся еще в мерзлом состоянии/ Затем, по мере оттаивания то-

пей, сток из большинства озер становится внутризалежным. Минимальные уровни наблюдаются в июле-августе, затем происходит незначительное повышение уровня, обусловленное выпадением осадков и уменьшения испарения с водной поверхности. Уже в начале зимнего периода сток из озер прекращается из-за перемерзания ручьев и топей.

Продолжительность устойчивого ледостава на озерах рассматриваемой территории достигает 8-8,5 месяцев. Ледовый покров образуется через 1-2 дня после перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C, обычно в конце сентября - начале октября. После установления ледяного покрова происходит быстрое нарастание толщины льда. Интенсивность нарастания в октябре-ноябре около 1-2 см/сут. Большая часть озер (с глубинами до 1,5 м) к концу зимы промерзает полностью, либо остаются незначительные объемы воды в углублениях дна. Максимальная толщина льда на озерах этого района достигает 1,7-1,9 м, обычно же она составляет 1,2-1,5 м. Большие и глубокие озера замерзают на несколько дней позже мелководных и вскрываются также несколько позже.

Фоновый состав речных вод на Уренгойском месторождении был определен в результате изысканий Ленгипротранса по трассе железной дороги Уренгой-ст.Коротчаево в 1951 г. для р.Седэяха. Минерализация вод изменялась от 48 мг/л в зимний период до 12 мг/л в весеннее половодье. Величина рН колебалась от 5,5 до 7. В водах преобладали гидрокарбонат-ионы, ионы магния и натрия. Общая жесткость составила 0,3-0,7 мг-экв/л. Окисляемость не превысила 3,52 мгО₂/л. Для зимних и весенних проб вод характерен запах сероводорода. Летние воды отличаются повышенной мутностью. Содержание железа во всех пробах (0,5-3 мг/л) превысило ПДК.

Вода из р.Хадуттэ используется для водоснабжения УКПГ-15. Из рек и озер осуществляется также водообеспечение буровых.

1.4. Почвы и растительность

В соответствии с почвенно-географическим районированием СССР территория Уренгойского нефтегазо-конденсатного месторождения относится к северной части Западно-Сибирской провинции глеево-слабоподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв центральной области бореального (умеренно-холодного) пояса (Почвенно-географическое районирование..., 1962).

В формировании основных свойств почв участвуют 3 главных группы процессов:

- криогенез с комплексом разнообразных криогидрогенных преобразований минералов, динамических напряжений и деформаций с коагуляцией и аккумуляцией химических соединений и т.д.;

- оглеение с комплексом окислительно-восстановительных явлений и цветовых деформаций почвенной массы и т.д.;

- накопление и трансформация органического вещества с комплексом процессов торфонакопления, специфического гумусообразования, миграции и закрепления гумусовых веществ и т.д.

Своеобразие геохимических процессов гумусообразования, глееболотных процессов в условиях криогенеза почв и пород на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения определяют и специфику условий миграции и аккумуляции, возникающих в почвах: затрудненный отток вещества, накопление недоокисленных продуктов, надмерзлотную ретинизацию.

В почвенном покрове лесотундры наибольшие площади (до 50 %) занимают болотные торфяно-глеевые и торфяные почвы (Ливеровский, 1937, 1971, Васильевская, Иванов, 1986). Широкое распространение болотных почв обусловлено низкой энергообеспеченностью территории, преобладанием осадков над испарением, слабой расчлененностью рельефа, плохим дренажем. В условиях избытка водозастойной влаги возникает сильное оглеение минеральной толщи, что способствует также достаточно активному процессу торфонакопления (Ливеровский, 1971, Васильевская, 1986, Караваева, 1982). При этом преобразование органического вещества замедлено. В условиях неглубокого залегания мерзлоты наиболее подвижные продукты почвообразования и выветривания медленно удаляются из профиля, как правило, с боковым внутрипочвенным стоком (Ливеровский, 1971, Тютюнов, 1951). Наряду с современными болотными почвами в лесотундре Западной Сибири достаточно широко распространены торфяные почвы реликтовых торфяников, находящихся в настоящее время в стадии деградации (Ливеровский, 1971). В почвах деградирующих торфяников может наблюдаться растрескивание поверхностных горизонтов, отсутствие сплошного растительного покрова (пятнообразование на торфяном субстрате), иссушение и минерализация органического вещества (Васильевская, Иванов, 1986). Наибольшее распространение собственно болотные почвы имеют в пределах слабодренированных водораздельных поверхностей, а также на территориях с интенсивным проявлением современного заболачивания (поймы и долины рек).

На породах преимущественно тяжелого (суглинистого) механического состава и на переслаивающихся песчано-суглинистых отложениях под органогенным горизонтом развиты минеральные горизонты с разной выраженностью глеегенеза. В лесотундре Западной Сибири встречаются: тундрово-глеевые, элювиально-глеевые, тундровые глеевые оподзоленные, тундровые поверхностно-глеевые почвы (Ливеровский, 1937, Васильевская, 1986, Герасимов, 1963, Фирсова, 1978).

Интенсивному развитию глеевого процесса в этих почвах способствуют устойчивое и длительное переувлажнение в сочетании с плохим дренажем (Таргульян, 1971).

На породах преимущественно легкого механического состава - пылеватых супесчаных и песчаных, широко развитых на территории месторождения сформированы подзолы иллювиально-гумусово-железистые и поверхностно подзолистые почвы (Ливеровский, 1937, Герасимов, 1963).

Одним из важных свойств тундровых почв является тиксотропность, которая выражается в способности их минеральных горизонтов переходить в текучее состояние при механических воздействиях, а затем самопроизвольно затвердевать (Ливеровский, 1971).

Наиболее характерной особенностью почвенного покрова Уренгойского нефтегазо-конденсатного месторождения является очень высокая комплексность (Солнцева, 1989). Даже на очень близких расстояниях отмечается частая смена почвенных разностей в связи с большой изменчивостью состава поверхностных отложений, разнообразием форм мезо-, микро- и нанорельефа и условий увлажнения грунтов (Васильевская, Иванов, 1986). Комплексность наилучшим образом выражена на суглинистых отложениях и значительно хуже на песчаных. Болотным массивам и заболоченным долинам свойственны особые формы комплексов - сочетание плоскобугристых торфяников, болот и бугров пучения (Солнцева, 1989).

По мнению большинства исследователей наибольшее распространение в лесотундре Западной Сибири имеют тундровые глеевые почвы, которые встречаются чаще всего на суглинках и приурочены к краевым частям слабодренированных водоразделов и образуют комплексы с собственно торфяными почвами.

Меньшие площади занимают подзолистые почвы и подзолы (Таргульян, 1971). Подзолистые почвы в лесотундре Западной Сибири встречаются не только на песчаных неслоистых породах, но и на суглинистых грунтах под лесными сообществами. В то же время, благодаря слабому испарению и замедленному просачиванию выпадающих осадков образование подзолистых почв в чистом виде происходит крайне редко. Наиболее распространены почвы переходной группы - глееподзолистые, в которых в зависимости от режима увлажнения проявляются оба процесса. Подзолы образуют крупные массивы в основном в южной части месторождения. Значительная часть их приурочена к речным долинам, что объясняется не только песчаным характером пород, но и лучшей дренированностью приречных пространств. Преобладают подзолы повышенного увлажнения - иллювиально-гумусовые, иллювиально-железисто-гумусовые, преимущественно торфянистые, часто глееватые. "Сухие" подзолы - иллювиально-железистые, сравнительно редки.

В зависимости от степени дренированности территории и особенностей пород, слагающих верхний горизонт литологической толщи, в пределах УНГКП выделяются несколько характерных типов сочетаний почв, формирующих специфику почвенного покрова на разных участках промысла.

В пределах дренированных поверхностей, сложенных песчаными и песчано-супесчаными грунтами, структуру почвенного покрова формируют подзолы иллювиально-гумусово-железисто-глееватые, тундровые сухоторфянистые глеевые железистые, тундровые глеевые, тундровые торфянисто-(торфяно-)глеевые иллювиально-железистые, тундровые дерновые и почвы пятен. Меньшие площади в структуре почвенного покрова таких участков занимают торфяные почвы минерализующихся торфяников и болотные торфяные, болотные торфянисто- (торфяно-) глеевые разности.

Выровненные очень слабонаклонные и соответственно слабодренированные поверхности, расположенные в основном в центральных частях водоразделов, сложены торфами, мощность которых достигает 1-5 метров, и суглинисто-супесчаными отложениями. В пределах этих участков структуру почвенного покрова формируют различные сочетания (главным образом существенно органогенных почв): торфяных минерализующихся торфяников, торфяных мерзлотных, болотных торфяных, болотных торфяных низинных (переходных и верховых), болотных торфяно-глеевых. В краевых частях таких массивов в структуре почвенного покрова заметную роль играют тундровые торфянистые и торфяные поверхностно-глеевые (тиксотропные) и тундровые торфяно-глеевые иллювиально-железистые разности почв, а также почвы пятен.

Сочетание на близких расстояниях почв различных типов существенно усложняет миграционную структуру ландшафтов, что в свою очередь отражается на закономерностях перемещения вещества в пределах геохимически сопряженных территорий.

Химические свойства почв лесотундры Западной Сибири во многом определяются химическим составом материнских пород, вследствие этого и природных вод, а также специфичностью круговорота элементов: относительно малой зольностью растений, медленным разложением органического вещества, и длительным выпадением из кругооборота минеральных соединений (Перельман, 1975).

Состав солей гидрокарбонатно-хлоридный. В почвенных растворах концентрация кальция не превышает 10-30 мг/л, магния-2-12 мг/л. Среди анионов преобладает гидрокарбонат-ион, содержание которого меняется от 10 до 85 мг/л. Таким образом, и почвенные растворы также характеризуются невысокой минерализацией.

Для почв рассматриваемой территории характерна кислая реакция среды. Во всех случаях вниз по профилю кислотность уменьшается (Ливеровский, 1937, Солнцева, Садов,

1997). Наиболее кислую реакцию имеют торфяные почвы и торфяники. Для этих же почв характерны высокие значения гидролитической кислотности (до 158.4 мг-экв/100 г в верхнем горизонте).

Состав и содержание обменных катионов в почвенном поглощающем комплексе также зависит от типа почвы и генетического горизонта. Практически всегда преобладают ионы, определяющие почвенную кислотность – H^+ и Al^{3+} . Соотношение между катионами в поглощающем комплексе меняется вниз по профилю: уменьшается количество H^+ и Al^3+ , увеличивается содержание Ca^{2+} и Mg^{2+} . Для почв характерна крайне низкая насыщенность основаниями (особенно в торфяных почвах - не более 3-4%). В минеральных горизонтах тундровых торфянисто-глеевых почв и подзолов иллювиально-гумусово-железистых насыщенность основаниями несколько возрастает (до 18-30 %). Для этих же минеральных горизонтов характерно также и наиболее низкие содержания органического углерода (от 0.26 до 1.3 %).

Ландшафты рассматриваемой территории относятся преимущественно к лесотундровым. Они приурочены к расчлененной грядово-холмистой морской равнине с вечномерзлыми песчаными, супесчаными и суглинистыми отложениями (содержащими обломочный материал). Среди природных комплексов наиболее широко распространены плоскобугристые мерзлые торфяники (кустарничково-мохово-лишайниковые по буграм и травяно-моховые по понижениям), ерниково-лишайниковые тундры и березово-лиственничные редколесья. В южной части месторождения развиты северотаежные ландшафты. Для них характерны березово-лиственничные лишайниковые леса, приуроченные к плоскохолмистоувалистой морской равнине.

Региональные особенности ландшафтно-геохимических условий территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения обусловлены не только повсеместным распространением мерзлоты, восстановительных обстановок и торфонакоплением, но и большой ролью H^+ и Fe^{2+} в геохимических процессах.

Положение кровли многолетнемерзлых пород и варьирование глубины сезонного промерзания - протаивания грунтов определяют величину потенциальной вертикальной миграционной "мощности" ландшафтов. Минимальное протаивание отмечается на пониженных недренированных участках - в урочищах болот и торфяников (Баулин, 1967, Ландшафты..., 1983). Максимальная миграционная мощность характерна для ландшафтов на сухих песках в пределах дренированных участков речных террас и на водоразделах. Тундровые ландшафты в этом ряду занимают промежуточное положение.

Большая пестрота мерзлотных обстановок в пределах Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения создает своеобразные предпосылки для усложнения систем взаимодействия между отдельными природными комплексами (каналов переноса вещества).

Активность миграционных или аккумулятивных процессов в ландшафтах месторождения в значительной степени обусловлены "принимающими" возможностями почв и грунтов. Очень широкое развитие современных и древних торфов определяет преимущественное распространение высокочемких субстратов. Такие отложения замедляют миграционные процессы в пределах площадей своего распространения, выступая в роли "накопителей" различных веществ.

Биогенные (торфяные) отложения распространены очень широко и приурочены к плоским нерасчлененным частям водоразделов, к тыловым швам речных террас, выполняют обширные приозерные котловины, хасыреи, долины логов, ручьев, ложбин стоки и другие понижения рельефа (Геокриологические условия, 1983). Мощность отложения значительно варьирует в разных типах торфяников.

Торфа характеризуются очень высокими значениями влажности, наибольшие значения (80-87%) свойственны торфам центральных частей водоразделов, наименьшие - грядам и буграм пучения. Роль болот и торфяников в процессе удержания влаги настолько значительна, что славодренированные водоразделы развиваются и функционируют практически независимо от речных долин.

Торфа имеют довольно пестрый состав: от мохово-кустарничкового и древесного до сфагнового и осокового. Варьирует и степень разложения растительных остатков, достигая 50% (Новиков, 1976, Геокриологические условия..., 1983).

Велика роль торфонакопления и в собственно тундровых типах местности. Практически все почвы (кроме подзолов, тундровых сухоторфянистых и почв-пятен имеют с поверхности достаточно мощный торфянистый горизонт, что также отражается на процессах внутрипочвенной миграции-аккумуляции веществ (способствует их достаточно длительному удержанию).

Избыточное увлажнение, слабый дренаж в сочетании с широким распространением мерзлоты и мощных органогенных толщ обуславливают интенсивное развитие на территории месторождения восстановительных процессов в почвах, грунтах и донных отложениях. Эти процессы определяют слабое разложение органического вещества, а также специфические условия миграции элементов в ландшафтах.

Специфика ландшафтно-геохимических условий территории месторождения обусловлена также ролью типоморфных элементов – H^+ и Fe^{2+} . Высокая исходная протонированность почв (особенно органогенных) во многом "задает" их генетические свойства: кис-

лую реакцию среды, высокую гидролитическую кислотность и т.д.. Специфика почвенно-геохимических условий территории определяет повышенную исходную агрессивность природных ландшафтов. Наряду с водородом железа, являющееся типоморфным элементом глееболотных процессов, служит элементом-диктатором многих геохимических особенностей природных комплексов и влияет на генетические характеристики природных вод (Солнцева, 1989).

Таким образом, особенности фоновых ландшафтно-геохимических факторов и процессов на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного промысла обуславливают достаточно сложные условия миграции и аккумуляции вещества, что контролирует как исходный облик ландшафтов, так и их потенциальную емкость и устойчивость к возможным техногенным нагрузкам.

Район Уренгойского месторождения расположен преимущественно в лесотундровой зоне, которая подразделяется на южную лесотундру и северную. Переход от лесотундры к северной тайге постепенен. Условно граница проводится по р. Ево-Яха южнее которой в составе растительности террас появляется кедр (Геокриологические условия, 1983).

Древесная растительность южной лесотундры не образует обширных лесных массивов, а распространяется в виде узких полос по дренированным приречным территориям и на поймах и занимает сравнительно небольшие участки осушенных водоразделов с минеральными грунтами. В этих местах на подзолисто-глеевых почвах произрастает лиственница и береза, образуя редкостойные леса и мелколесье с незначительной сомкнутостью крон. Высота деревьев редко достигает 10-15 м, обычно 6-7 м, толщиной 8-12 см. В наземном покрове широко развиты кустарнички (брусника, толокнянка, вероника_ и лишайники (ягель), сосредоточенные под кронами деревьев. Встречается карликовая береза. В долинах рек древесная растительность выше и гуще. В видовом составе значительную долю занимает ель. Нередки заросли ивняка, ольховника, красной смородины, встречаются участки (луговины), заросшие травами (Геокриологические условия, 1983).

В северной лесотундре леса встречаются небольшими массивами только в долинах крупных рек (низовья Табъяхи, Хадутгэ). Здесь усиливается роль кустарников. Безлесные относительно сухие незаторфованные водораздельные участки заняты ерниками и кустарниково-мохово-лишайниковыми сообществами на подзолисто-глеевых почвах. Ерники состоят из карликовой березки и ивы высотой 0,5-1,0 м. На защищенных от ветра и прогреваемых склонах ручьев ерники разрастаются до 1,5-2,0 м, образуя труднопроходимые заросли. На болотах господствуют травянистые сообщества, состоящие из осоки, пушицы с примесью кустарниковой клюквы, кассандры, морошки.

1.5. Геологическое строение

Геологическое строение и нефтегазоносность района Уренгойского месторождения на разных этапах рассматривалось в работах М.К. Коровина, Н.Н. Ростовцева, Л.И. Ровнина, Н.С. Чочиа и др. (1964, Геология СССР, части 1 и 2), А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, Ф.К. Салманова (1975). Стратигическая схема мезозойско-кайнозойских отложений месторождения рассматривается в соответствии с Решением 5-го межведомственного регионального стратиграфического совещания..., 1991.

В структурно-тектоническом региональном плане месторождение находится в северной приполярной и заполярной частях Западно-Сибирской эпипалеозойской плиты на стыке двух разновозрастных мегаблоков земной коры: западного (активного, и восточного (пассивного), которые сочленяются глубинным Уренгойско-Колтогорским разломом (грабен-рифтом) (Матусевич, Бакуев, 1986; Матусевич, Смоленцев, 1989).

Уренгойское месторождение приурочено к структуре первого порядка – Нижнепурскому мегавалу, представляющему собой меридионально вытянутую приподнятую зону протяженностью 210 км при ширине до 55 км. В пределах мегавала выделяются структуры второго порядка: Уренгойский вал, Ен-Яхинское, Песцовое, Северо-Уренгойское поднятия.

Уренгойский вал по кровле сеномана представляет собой вытянутую в субмеридиональном направлении структуру с ундулирующей осью, что приводит к обособлению в своде нескольких куполов различной величины. Амплитуды относительно ГВК составляют на большинстве куполов от 110 м до 220 м, снижаясь до 60 м на Табьяхинском участке. В целом по контуру газоносности сеноманской залежи Уренгойский вал имеет длину 120 км и ширину до 25 км. Падение пород на крыльях 1° - $1^{\circ}30'$.

Ен-Яхинское поднятие расположено севернее Уренгойского вала. По контуру газоносности сеноманской залежи оно соединено с Уренгойской и Песцовой структурами перешейками с шириной 5-7 км и минимальной амплитудой около 20 м. По сеноманским отложениям Ен-Яхинское поднятие представляет собой пологую складку северо-восточного простирания. Длина ее около 73 км; ширина от 27 км на юге до 10-11 км на северо-востоке. Высота поднятия относительно контура сеноманской залежи 90-100 м в юго-западной половине структуры и от 30 до 70 м на периферийных участках. Углы падения пород на крыльях не превышают 1° .

Песцовое поднятие расположено к западу от Ен-Яхинского. Оно имеет пологую куполообразную форму диаметром около 30 км и углами падения пород на крыльях до 1° . Высота его над контуром газоносности около 100 м.

Северо-Уренгойское поднятие расположено к северу от Ен-Яхинского поднятия и отделено от последнего незначительным пологим прогибом (глубиной до 10 м относительно

замыкающей изогипсы –1200 м) с широтном направлением. Размеры ее по длинной оси около 57 км и в ширину от 6 до 20 км. Амплитуда западного (основного купола около 90 м относительно ГВК и восточного купола до 30 м. Размеры куполов по контуру газоносности сеноманской залежи 37х20 км на западе и 16х12 км на востоке. Углы падения пород на крыльях поднятия не превышает 1°.

Геологический разрез Уренгойского месторождения представлен терригенными отложениями мезозойско-кайнозойского возраста. Наиболее древними образованиями являются отложения юрской системы (J), представленные всеми тремя отделами: нижним, средним и верхним.

Тюменская свита (J₁₋₃ tm). На домезозойском фундаменте повсеместно залегает мощная толща прибрежно-континентальных отложений. Они представлены переслаиванием аргиллитов темно-серых, почти черных, плотных, крепких; алевролитов от серых до темно-серых, слюдистых, крепкоцементированных. Вскрытая мощность отложений свиты достигает 262 м.

Абалакская свита (J₃ ав) (келловей-оксфорд-кимеридж) представлена аргиллитами темно-серыми до черных, алевролитистыми, слабослюдистыми, с тонкими прослойками и линзочками сидеоита. Мощность свиты 70-90 м.

Баженовская свита (J₃ bg) представлена аргиллитами темно-серыми с коричневым оттенком, битуминозными, слабоалевритистыми и листоватыми. В основании свиты на контакте с аргиллитами абалакской свиты залегают характерные мангано-кальцитовые с фосфоритом конкреции. Мощность баженовской свиты около 200 м.

Меловая система (K) представлена отложениями обоих отделов – нижнего и верхнего.

Нижнемеловые отложения подразделяются на две части: нижний комплекс осадков, выделяемый в **мегионскую свиту** (K₁ mg) (берриас, валанжин), и верхний, представленный **вартовской свитой** (K₁ vt) (верхний валанжин, готтерив, баррем, нижний апт), и нижней частью **покурской свиты** (K₁₋₂ pk) (верхний апт, альб). Мощность мегионской свиты более 500 м, вартовской 680-917 м.

В состав нижнего мела входит только нижняя часть **покурской свиты** (K₁₋₂ pk), которая представляет собой мощную толщу неравномерного переслаивания сероцветных песчано-алевритовых и глинистых пород верхнеаптского и альбского возраста. Общая мощность нижней части покурской свиты 350-400 м.

Верхнемеловые отложения состоят из верхней части покурской свиты (сеноман), кузнецовской свиты (турон), березовской свиты (коньяк, сантон, кампан) и ганькинской свиты (маастрихт-дат).

Верхняя часть **покурской свиты** (K_{1-2} рк) относится к сеноману и представлена сложным переслаиванием песчаников, алевролитов, глин лагунного, речного, озерного и прибрежно-морского генезиса. С сеноманской терригенной толщей связана основная залежь газа месторождения. Мощность верхней части покурской свиты 400-450 м.

Кузнецовская свита (K_2 kz) включает отложения туронского возраста, представленные серыми и зеленовато-серыми тонкоотмученными уплотненными глинами с остатками морской фауны. В средней части свиты увеличивается содержание алевролитового материала в виде линз и прослоев. Мощность свиты 40-50 м.

Березовская свита (K_2 vt) включает нерасчлененный комплекс отложений верхнего турона, коньяка, сантона, кампана. По содержанию кремнезема отложения березовской свиты подразделяются на две части: нижнюю – опоковидно-глинистую и верхнюю – преимущественно глинистую. В глинах верхней подсвиты отмечаются прослои глинистых и известковистых алевролитов. Мощность свиты 211-286 м.

Ганькинская свита (K_2 gn) включает отложения маастрихт-датского возраста, сложена серыми и зеленовато-серыми алевролитами, реже известковистыми глинами и многочисленными прослоями глинистых алевролитов. Мощность свиты 244-304 м.

Палеогеновая система (P) представлена палеоценовыми отложениями тибейсалинской свиты, эоценовыми отложениями люлинворской и ирбитской свит, эоцено-олигоценными отложениями чеганской и тавдинской свит и олигоценными отложениями некрасовской серии, объединяющей атлымскую и новомихайловскую свиты. Палеогеновые отложения начинаются с глубины 15-40 м, а местами выходят на поверхность. Общая мощность палеогеновых отложений достигает 600-700 м.

Тибейсалинская свита (P_1 , tv) вскрывается на глубинах от 250 м до 300 м и подразделяется на две подсвиты. Нижняя подсвита сложена глинами серыми и темно-серыми. Слюдистыми, песчанистыми и алевролитами с маломощными прослоями песков. Верхняя подсвита сложена преимущественно алевролитами и песками мелкозернистыми, слюдистыми, серыми с прослоями песчаных и алевролитистых глин с растительными остатками. Разрез верхней подсвиты венчается пачкой глин мощностью от 10 м до 40 м. Общая мощность тибейсалинской свиты от 195 м до 324 м.

Люлинворская свита (P_2 ll) по литологическому составу четко разделяется на три подсвиты. Нижнелюлинворская подсвита (P_{2ll_1}) представлена регионально выдержанной пачкой алевролитистых и опоковидных глин с прослоями мелкозернистых слюдистых песков. Мощность люлинворской свиты 100-180 м.

Ирбитская свита (P_2 ir) представлена глинами диатомовыми с прослоями алевролитистого песка.

Чеганская свита (P_{2-3} sg) представлена зеленоватыми, зелеными и желто-зелеными глинами, чередующимися с прослоями и пластами глауконитовых песков и песчаников. В нижней части свиты преобладают глины, а в верхней – пески и песчаники. Мощность свиты 80 м.

Тавдинская свита (P_{2-3} tv) характеризуется песчано-глинистым составом, причем наиболее опесчанены верхи разреза свиты. Мощность тавдинской свиты 50-80 м.

На морских отложениях тавдинской свиты с размывом залегает толща континентальных песчано-супесчаных отложений **атлымской свиты** (P_3 at) и песчано-глинистых отложений **новомихайловской свиты** (P_3 nm), объединяемых под названием **некрасовской серии** (P_3 nkr). Пески светло-серые и серые, мелкозернистые и среднезернистые с прослоями крупнозернистых. В них часто отмечаются включения гравийно-галечникового материала. Кровля атлым-новомихайловских (некрасовских) отложений залегает на глубинах 15-40 м, мощность отложений 20-80 м. Отложения атлымской и новомихайловской свит на Ен-Яхинской площади подверглись предчетвертичному размыву и распространены не повсеместно.

Четвертичные отложения с эрозионным размывом практически сплошным чехлом перекрывают палеогеновые отложения. Отдельные выходы палеогеновых отложений на поверхность прослеживаются на участках линейно-грядового рельефа и в разрезах надпойменных цокольных террас. Мощность четвертичных отложений на большей части территории находится в пределах 15-40 м. Четвертичные отложения представлены ледниково-морскими отложениями салехардской свиты, прибрежно-морскими и озерно-аллювиальными отложениями казанцевской свиты, аллювиальными отложениями зырянской свиты, аллювиальными отложениями надпойменных террас и поймы, а также озерно-болотными отложениями.

Среднеплейстоценовые отложения салехардской свиты (Q_2^2 sh) распространены повсеместно и выходят на поверхность на большей части междуречий. Отложения салехардской свиты, фиксирующие максимум развития морской четвертичной трансгрессии, представляют собой сложно построенный комплекс осадков. Наряду с типично морскими тонкослоистыми отложениями в нем широко прослеживаются мореноподобные толщи, являющиеся ледниково-морской фацией. Морские отложения представлены тонким переслаиванием алевритистых и песчаных глин, характеризующихся прекрасной отмученностью материала (содержание глинистых частиц составляет 80-90% породы), очень четкой, обычно горизонтальной слоистостью, обусловленной некоторым различием в дисперсности пород соседних прослоев, почти полным отсутствием гравийно-галечникового материала. Для ледниково-морских отложений характерна плохая отсортированность материала, слабо выраженная слоистость, либо полное ее отсутствие, наличие грубозернистого материала, гравийно-

галечниковых и валунных включений, а также хорошо выраженная комковато-оскольчатая структура. Мощность салехардской свиты максимальная на водораздельных участках, где она достигает 40 м.

Верхнеплейстоценовые отложения казанцевской свиты ($Q_3^1 kz$) имеют как прибрежно-морские, так и озерно-аллювиальное происхождение. Отложения прибрежно-морского генезиса отличаются более опесчаненным разрезом, чем отложения салехардской свиты. В разрезе рассматриваемого комплекса отложений широко встречаются супесчано-суглинистые, песчаные и глинистые породы. Среди песчаных пород преобладают пылеватые пески. Прибрежно-морские казанцевские отложения распространены главным образом в придолинных и водораздельных пространствах. Озерно-аллювиальные отложения казанцевской свиты имеют преимущественно песчаный состав. Мощность отложений казанцевской свиты обычно составляет 15-25 м.

Верхнеплейстоценовые озерно-аллювиальные отложения зырянской свиты ($Q_3^{2-3} zr$) встречаются на приречных участках. В разрезе широко развиты как песчаные, так и супесчано-суглинистые и глинистые породы. Среди песчаных разностей преобладают пылеватые пески. Мощность отложений обычно не превышает 10-15 м.

Верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения каргинского горизонта, слагающие вторую надпойменную террасу, узкими полосками прослеживаются вдоль наиболее крупных рек, протекающих по площади месторождений. Среди отложений каргинского горизонта выделяются русловые, пойменные и старичные образования. Русловые отложения в разрезе второй надпойменной террасы имеют значительную мощность. Они представлены мелкозернистыми и реже среднезернистыми песками, хорошо отсортированными. Местами встречается гравийно-галечниковый материал. В целом в составе аллювиальных отложений второй надпойменной террасы преобладают песчаные породы; глинистые образования играют подчиненную роль. Терраса аккумулятивная, но в долине р.Хадуттэ она имеет эрозионно-аккумулятивный характер. Высота поверхности террасы над уровнем воды в реке достигает 10-15 м.

Верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения сартанского горизонта (Q_{3-4st}), слагающие первую надпойменную террасу, отдельными узкими участками встречаются вдоль долин крупных рек, протекающих на месторождении, и занимают гораздо меньшую площадь по сравнению со второй надпойменной террасой. Как правило, первая надпойменная терраса имеет аккумулятивный характер, часто заболочена, превышение ее над межениным уровнем воды в реке составляет 5-10 м. Отложения первой надпойменной террасы представлены, в основном, мелкими и пылеватыми песками с прослоями супесей и легких суглинков. На многих участках террасы встречается торф.

Голоценовые отложения поймы повсеместно развиты в долинах рек и ручьев. В аллювиальных образованиях выделяются русловая и пойменная фации. Русловая фация чаще всего представлена мелкозернистыми и пылеватými песками. Подошва голоценовых аллювиальных отложений залегают ниже современного уреза рек. Общая мощность их не превышает 10-15 м.

Нерасчлененные верхнеплейстоценово-голоценовые и голоценовые озерно-болотные и болотные отложения широко развиты как на поверхности междуречных равнин, так и на поверхности надпойменных террас. Отложения представлены, в основном, торфом. В разрезе торфяников, развитых на надпойменных террасах, в нижней части прослеживается низинный торф, сменяющийся по разрезу верховым торфом. Степень разложения торфа изменяется от 10% до 30-40%. Наряду с торфом в разрезе озерно-болотных отложений прослеживаются илистые пески, суглинки и глины. Мощность озерно-болотных отложений от 0,2 м до 3-4 м.

1.6. Геокриологические условия месторождения

На всей территории севера Западной Сибири и района месторождения существование ММП обусловлено комплексом природных факторов: климатом, составом и влажностью поверхностных отложений, неотектоническими движениями, гидрогеологическими, геоморфологическими, ландшафтными (геоботаническими) условиями (Баулин, 1967, Геокриологические условия..., 1983, Трофимов, 1980).

Территория Уренгойского месторождения находится в зонах прерывистого и сплошного по вертикали распространения многолетнемерзлых пород. Переход между этими зонами постепенный и не имеет четкой границы. Если в южной части месторождения участки с прерывистым строением мерзлоты занимают примерно половину площади, то в северной части месторождения они составляют менее 10% территории (Баулин, 1967, Афанасьев, Каменев, 1987, Севостьянов, 1993).

Кровля многолетней мерзлоты на большей части территории соответствует подошве слоя сезонного протаивания грунтов. Лишь на юге месторождения в районе долины р.Евояха кровля мерзлоты залегает гораздо ниже деятельного слоя (несливающаяся мерзлота) и вскрывается на глубинах от 3,5 м до 10 м. Сезонное протаивание начинается в мае и заканчивается в сентябре. Наибольшей глубиной протаивания характеризуются песчаные грунты на возвышенных хорошо дренированных участках, где глубина сезонного протаивания достигает 2-3 м. На понижениях более увлажненных участках песчаные грунты протаивают до 1,5 м. Меньшие глубины протаивания характерны для участков, сложенных супесями и суглинками. Здесь глубина протаивания изменяется от 0,6-0,8 м в пониженных

местах до 1,2-1,3 м на возвышенных. Минимальные глубины протаивания свойственны торфяным грунтам, в которых они не превышают 0,2-0,3 м.

Подшва многолетнемерзлой толщи выделяется на глубинах 320-420 м. Структурный план подошвы многомерзлотной толщи в целом отражает структуру месторождения. Минимальные абсолютные отметки глубин подошвы многолетнемерзлой толщи (-290÷ -310 м) свойственны сводовым частям структуры месторождения, максимальные (до -340 м и более) свойственны крыльям структуры.

Криогенное строение многолетнемерзлой толщи определяется, в первую очередь, литологическим составом пород мерзлотного разреза и историей развития многолетней мерзлоты на протяжении четвертичного периода. На Уренгойском месторождении многолетним промерзанием охвачены в основном породы палеоген-четвертичного возраста. Подошва многолетнемерзлой толщи на крайнем юге месторождения приурочена к низам люлинворской свиты. На остальной части территории подошва многолетнемерзлой толщи выделяется в опесчаненном разрезе верхнетибейсалинской подсвиты (Афанасьев, Каменев, 1987, Севостьянов, 1993).

Сплошность многолетнемерзлой толщи нарушается надмерзлотными и межмерзлотными таликами. Надмерзлотные талики распространены подозерами и в долинах рек. Под озерами надмерзлотные талики распространяются на глубину до 20-30 м; под руслами крупных рек нижняя граница надмерзлотных таликов опускается до глубины 70-150 м. Межмерзлотные талики, обязанные своим происхождением в основном термическому максимуму голоцена, имеют широкое площадное распространение не только в долинах рек, но и на водоразделах. По мере продвижения с юга на север месторождения площади межмерзлотных таликов сокращаются и севернее р.Табьяха они встречаются только в долинах рек. На водораздельных пространствах северной части Уренгойского месторождения межмерзлотные талики помимо речных долин встречаются на участках хасыреев. Глубина подошвы верхнего слоя многолетнемерзлой толщи изменяется от 15-30 м до 40-60 м. Мощность межмерзлотного талика в общем плане увеличивается от 5-10 м на севере месторождения до 50-100 м на юге (Афанасьев, Каменев, 1987).

Наибольшая льдистость пород и разнообразие криогенных текстур свойственны приповерхностной части многолетнемерзлой толщи в интервале слоя годовых теплооборотов (до глубины 10 м). Наиболее льдистыми породами сложены торфяные и минеральные бугры пучения и массивы торфяников. Ниже слоя годовых теплооборотов подавляющую часть разреза многолетнемерзлой толщи слагают слабо- и среднельдистые породы с массивной, реже слоистой криогенными текстурами.

Температуры грунтов в слое годовых теплооборотов определяются условиями теплообмена между атмосферой и грунтовым массивом и находится в прямой зависимости от ландшафтных особенностей и литологического состава грунтов (Афанасьев, 1987, Баулин, 1967, Геокриологические условия, 1983, Трофимов, 1980).

В общем плане наиболее низкие температуры грунтов характерны более выположенным участкам водоразделов, а наиболее высокие – речным долинам. Среднегодовые температуры грунтов на подошве слоя годовых теплооборотов закономерно повышаются при переходе от безлесных участков к залесенным, от органогенных грунтов к минеральным и от незаводненных поверхностей к обводненным. В целом по описываемому району среднегодовые температуры грунтов изменяются от $0^{\circ}\text{C} \div -2$ до $-4^{\circ}\text{C} \div -6^{\circ}\text{C}$. На участках с несливающейся мерзлотой среднегодовые температуры талых грунтов колеблются в пределах от 0°C до $+1^{\circ}\text{C}$.

Изменение температуры в геологическом разрезе зависит от криогенного состояния многолетнемерзлой толщи (Баулин, 1967, Трофимов, 1980). На участках со сплошным развитием многолетней мерзлоты температура с глубиной растет и близ подошвы многолетнемерзлой толщи приближается к 0°C . На участках с двухслойным строением мерзлой толщи вертикальное распределение температуры разреза имеет более сложный характер. В первом, верхнем, слое температура многолетнемерзлой толщи также увеличивается с глубиной от отрицательных значений в подошве слоя годовых теплооборотов до 0°C в кровле межмерзлотного талика. Во втором, нижнем, слое температура пород меняется с отрицательным геотермическим градиентом, т.е. понижается с глубиной и лишь близ подошвы многолетнемерзлой толщи отрицательный геотермический градиент сменяется положительным. В интервале межмерзлотного талика температурная кривая имеет межградиентный характер, а температура пород, как правило, не превышает $0^{\circ}\text{C} \div +0,5^{\circ}\text{C}$ (Баулин, 1967).

На Ен-Яхинской и Северо-Уренгойской площадях многолетнемерзлые породы имеют сплошное распространение и однослойное строение (Афанасьев, Каменев, 1987). Мощность многолетнемерзлой толщи порядка 400 м. Среднегодовая температура пород на глубине 50 м не превышает $-2,2^{\circ}\text{C}$, на глубине 100 м $-1,8^{\circ}\text{C}$, на глубине 150 м $-1,7^{\circ}\text{C}$. Вся многолетнемерзлая толща находится в твердомерзлом состоянии. Мощность слоя сезонного оттаивания в зависимости от литологического состава и влажности грунтов и рельефа поверхности изменяется от 0,5 м до 2,0 м (Геокриологические условия). По озерами, размеры которых превышают 800 м в поперечнике, а глубина более 2 м, мощность талой зоны превышает первый десяток метров. Но уже на расстоянии 20 м от кромки таких озер породы с поверхности находятся в мерзлом состоянии (Баулин, 1985). Ландшафты криолитозоны, 1983).

1.7. Мерзлотно-гидрогеологические условия

В региональном структурно-гидродинамическом отношении месторождение приурочено к Омско-Гыданской элизионно-геодинамической зоне (водонорной системе мезозойского бассейна) Западно-Сибирского мегабассейна (Матусевич, Смоленцев, 1989). Здесь прослеживается инверсионная, гидрогеохимическая зональность с уменьшением общей минерализации от 16-20 г/л в акт-альб-сеноманских до 5-10 г/л в юрских отложениях (Матусевич, Бакуев, 1986). Верхняя гидрогеологическая структура кайназойско-меловой слоистой многопластовой водообменной системы относится к Тазовскому бассейну стока (Смоленцев, 1965). По характеру процессов водообмена она резко отличается от палеозойского и мезозойского гидрогеологических бассейнов.

Гидрогеологический разрез этой структуры на Уренгойском месторождении представлен переслаивающимися водонасыщенными и водоупорными толщами (Матусевич, Нелюбин, Каменев, 1982). В нижней части разреза залегает барриас-валанжанский региональный относительный водоупор, выше которого выделяются два мощных водонапорных комплекса: верхневаланжинский и апт-сеноманский. Последний перекрыт регионально-выдержанным турон-палеогеновым водоупором, выше которого залегает олигоцен-четвертичный гидрогеологический комплекс.

В мерзлотно-гидрогеологическом отношении Уренгойское месторождение расположено в северной части Западно-Сибирского мегабассейна, в поясе развития как жидкой, так и твердой фаз подземных вод. Специфика гидрогеологических условий района определяется наличием и характером распространения многолетней мерзлоты, охватывающей верхнюю часть разреза осадочного чехла, от поверхности земли до 320-420 м. Северная часть территории месторождения, охватывающая Ен-Яхинскую и Северо-Уренгойскую площади, находится в зоне сплошного по вертикали распространения однослойной многолетнемерзлой толщи. Центральная и южная части Уренгойского месторождения характеризуются прерывистым развитием многолетнемерзлой толщи, которая имеет двухслойное строение.

Наличие многолетней мерзлоты приводит к тому, что подземные воды верхнего гидрогеологического этапа находятся в твердом состоянии за исключением участков надмерзлотных и межмерзлотных таликов (Земскова, Смоленцев, 1991, Афанасьев, Каменев, 1987, Геокриологические условия, 1983). Надмерзлотные воды широко развиты в сезонно-протаивающем слое и в надмерзлотных таликах, имеющих ограниченное распространение. Сезонно-протаивающий слой имеет мощность от 0,2 до 0,5 м в оторфованных грунтах и 1,5-3,0 м в минеральных песчаных грунтах.

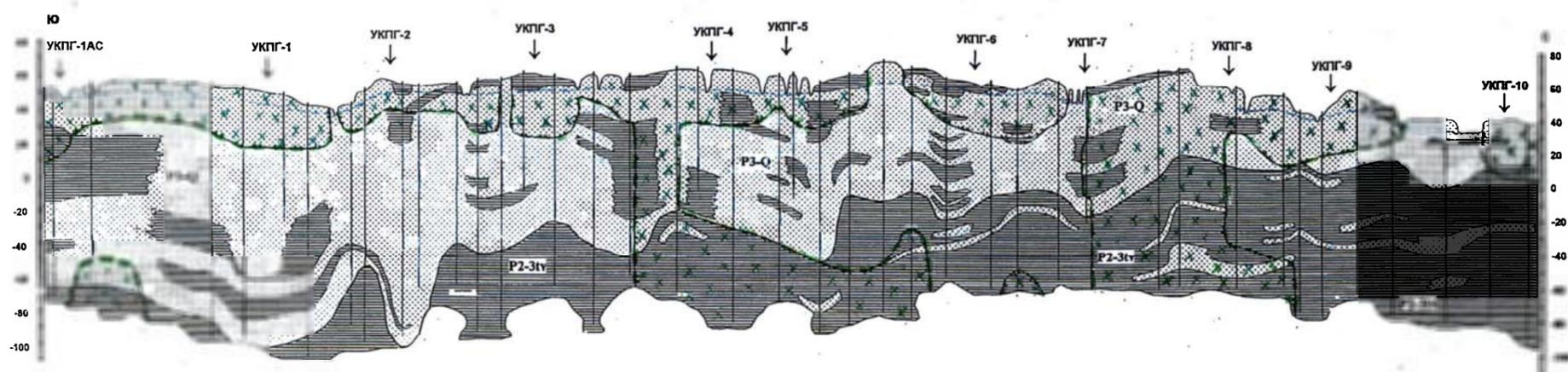


Рис. 6 Схематический гидрогеологический разрез Уренгойского месторождения (УКПГ-1АС - 10)

Условные обозначения:

- | | | |
|--|--|--|
| - отложения тавдинской свиты | - стратиграфические границы | - водоносные отложения |
| - нерасчлененные олигоцен-четвертичные отложения | - литологические границы | Гидрогеологическая скважина и интервал установки фильтра |
| - глина | - границы многолетнемерзлых пород (бергштрих направлен в сторону мерзлоты) | |
| - песок | - зоны развития многолетнемерзлых пород | |

Надмерзлотные талики приурочены к речным долинам и подозерным котловинам, имеют мощность от 5-7 м до 30-50 м. Если глубокие надмерзлотные талики смыкаются с межмерзлотными, то в этом случае они классифицируются как сквозные талики (Геокриологические условия, 1983, Афанасьев, Каменев, 1987).

Кровля водоносных отложений в сквозных таликах приурочена к дневной поверхности или к невыдержанным по простиранию глинистым пластам четвертичного возраста мощностью от 8 до 28 м. Подошвой служит глинистая пачка в верхах тавдинской свиты (рис. 6).

Воды сквозных таликов образуют единую гидродинамическую систему с межмерзлотным водоносным горизонтом отложений олигоцен-четвертичного возраста (Афанасьев, Каменев, 1987).

На Ен-Яхинской и Северо-Уренгойской площадях с поверхности земли до глубин порядка 400 м развит водоупор представленный толщей многолетнемерзлых пород. Она охватывает сверху вниз четвертичные, олигоценовые, эоценовые и частично палеоценовые отложения, включая верхнетибейсалинскую подсвиту. Отложения нижнетибейсалинской подсвиты не находятся в многолетнемерзлом состоянии. Они представлены глинами слюдистыми, песчанистыми и алевроитистыми с маломощными прослоями песков, поэтому выдержанного по площади водоносного горизонта не содержат, а подземные воды в них, по-видимому, имеют спорадическое распространение (Афанасьев, Каменев, 1987, Гидрогеология СССР, 1970).

Граница талой межмерзлотной зоны, проходит несколько севернее рек Арка-Табьяха и Табьяха. В долинах этих рек и были проведены разведочные гидрогеологические работы для целей водоснабжения (Севостьянов, 1993, (Афанасьев, Каменев, 1987, Коношко, Каменев, 1985).

Участок разведки подземных вод в долинах рек Арка-Табьяха и Табьяха расположен в южной части северной геокриологической зоны, характеризующейся сплошным по вертикали распространением многолетней мерзлоты на водоразделах и разобщенным залеганием слоев современной и реликтовой мерзлоты в речных долинах. В долине р.Табьяха межмерзлотный талик, разделяющий слои современной мерзлоты (верхний слой) и реликтовой мерзлоты (нижний слой), имеет прерывистое распространение и сложную конфигурацию в плане и в разрезе, протягиваясь узкой полосой в широтном направлении вдоль речной долины.

На отдельных участках долины межмерзлотный талик соединяется с надмерзлотным подрусловым таликом р.Табьяха или сообщается с ним в виде узких вытянутых рукавов, полос между "островами" мерзлых пород. Верхний слой мерзлоты полностью охватывает четвертичные отложения и значительную верхнюю часть нерасчлененных новомихайловской и атлымской свит. Мощность верхнего слоя многолетней мерзлоты 14- 43 м. Межмерзлотный

талики распространены главным образом в нижней части разреза нерасчлененных отложений новомихайловской и атлымской свит и частично в верхах тавдинской свиты. На отдельных участках в интервал талика попадает весь разрез тавдинской свиты. Мощность межмерзлотного талика от 10 м до 50-70 м. В составе табьяхинского межмерзлотного талика выделяются два водоносных горизонта: олигоцен-четвертичный и нижнеолигоценный (Афанасьев, Каменев, 1987).

Олигоцен-четвертичный водоносный горизонт представлен супесчано-песчаными породами с невыдержанными по простиранию глинистыми пластами и пропластками мощностью 1-15 м и более салехардской свиты и песчаными и гравийно-галечниковыми отложениями с редкими прослоями и линзами песчаных глин и алевритов некрасовской серии. Мощность водонасыщенных отложений изменяется от 6 м до 97 м. Воды горизонта напорные. Превышение установившихся уровней воды в скважинах над кровлей горизонта составляет в районе водозабора на р.Табьяха 7-30 м. Пьезометрическая поверхность располагается на глубинах от 1 м до 18 м. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности варьируют от 38,8 м до 71,6 м с четко выраженным уклоном от водоразделов к речным долинам. Водоносность различна даже в пределах одного участка. Дебит скважин 93-1920 м³/сут с преобладающими значениями более 300 м³/сут при понижениях уровня на 1,5-45,0 м. Удельные дебиты 0,037-9,259 л/с. Воды олигоцен-четвертичного водоносного горизонта ультрапресные с минерализацией 6-149 мг/л, гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатные магниевые. Общая жесткость небольшая, 0,14-1,1 мг-экв/л, содержание железа высокое 0,2-31,0 мг/л (Афанасьев, Каменев, 1987, Кравцов, Цацульников, 1999).

Нижнеолигоценный водоносный горизонт отложений тавдинской свиты на рассматриваемом участке приурочен к песчаным и супесчаным пластам и прослоям в верхах свиты мощностью от десятых долей метра до 18 м. В низовьях реки Нгарка-Тангалова он является единственным подземным источником пресных вод в связи с криогенным выклиниванием олигоцен-четвертичного горизонта. Мощность талых водоносных песчаных отложений составляет 2-18 м и увеличивается в целом в направлении на север. Воды напорные, с напором 39-91 м, устанавливаются на глубинах от 1,6 м до 17,0 м. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности от 32,01 м до 60,81 м и уменьшаются к долинам рек.

Олигоценный водоносный комплекс, приуроченный к талым отложениям новомихайловской и атлымской свит и верхам тавдинской свиты, принят в качестве источника водоснабжения северных газовых промыслов Уренгойского месторождения (УКПГ-11, 12, 13, 15). На базе разведанных запасов в долине р.Табьяха построен водозабор, от которого на северные газопромыслы проложен водовод (Афанасьев, Каменев, 1987).

В составе олигоцен-четвертичного гидрогеологического комплекса выделяются некрасовский и тавдинский водоносные горизонты.

Некрасовский водоносный горизонт, который является основным источником питьевого и технического водоснабжения в южной и центральной частях месторождения. Горизонт приурочен к разнородным пескам с гравием и галькой. Мощность водоносного горизонта от 13 м (УКПГ-6) до 89 м (УКПГ-1). Кровля горизонта сложена преимущественно мерзлыми супесчаными отложениями. На отдельных залесенных участках перекрывающие четвертичные отложения находятся в талом состоянии. Подошвой горизонта служат глинистые отложения тавдинской свиты. Водоносный горизонт напорный. Средняя величина напора 20 м; сезонные изменения напоров не превышают 1,5-2,0 м. Удельные дебиты скважин 0,3-4,6 л/с. Водопроницаемость 350-3000 м²/сут. Химический состав вод гидрокарбонатный натриево-кальциевый и гидрокарбонатно-хлоридный- натриево-кальциевый. Общая минерализация вод 20-80 мг/л, содержание железа высокое, до 8,1 мг/л. На всех участках распространения некрасовского водоносного горизонта отмечается сезонное изменение минерализации воды. В летний период минерализация воды уменьшается на 10-20 мг/л и химический состав приближается к составу поверхностных вод. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках отсутствия мерзлоты в кровле как на территории месторождения, так и за его пределами, а также за счет подзерных и подрусловых таликов.

Тавдинский водоносный горизонт эксплуатируется разведочно-эксплуатационными скважинами в зонах УКПГ-7 и 8. Мощность водоносного горизонта от 3 м до 36 м. Горизонт напорный, его кровля представлена глинистыми отложениями тавдинской свиты, а подошва – мерзлыми глинистыми отложениями люлинворской свиты. Удельные дебиты скважин от 0,05 л/с до 0,9 л/с. Водопроницаемость горизонта 96-350 м²/сут. Состав гидрокарбонатный натриевый, общая минерализация 40-200 мг/л. Питание тавдинского водоносного горизонта происходит, в основном, за счет перетока вод из некрасовского водоносного горизонта.

Подмерзлотные воды верхнепалеоценового водоносного горизонта тибейсалинской свиты на Уренгойском месторождении опробованы единственной скважиной глубиной 425 м, пробуренной в процессе разведки подземных вод в долине р.Табьяха. Статический уровень воды в скважине установился на глубине 98 м от поверхности земли, или на абсолютной отметке +60 м. Дебит воды в процессе откачки составил 1 м³/ч, или 24 м³/сут при понижении уровня 172 м. Удельный дебит равен 0,0016 л/с. Вода имеет общую минерализацию 3,045 г/л, т.е. является слабо солоноватой, не пригодной для питья. Сухой остаток составляет 3,018 г/л. Состав вод хлоридный, натриевый.

Ниже тибейсалинской свиты вплоть до кровли сеноманской газовой залежи (до кровли покурской свиты), находящейся на глубине порядка 1200 м от поверхности Земли развиты преимущественно глинистые отложения верхнего отдела меловой системы (ганькинская, березовская, кузнецовская свиты). Эта толща в гидрогеологическом отношении не изучена

Гидрогеологический комплекс покурской свиты (или апт-альб и сеноманский ярусы) изучен в своей верхней части, в интервале отложений преимущественно сеноманского яруса, внутри контура газоносности, где он содержит подошвенные воды газовой залежи, и за контуром газоносности, где он содержит законтурные воды. Данные о сеноманской водонапорной системе в ее естественных условиях, ненарушенных разработкой газовой залежи, получены в процессе разведки месторождения (Корценштейн, Козлов, 1991, Севостьянов, 1993).

Вскрытые скважинами в интервале глубин 1220-1400 м, подземные воды устанавливаются на глубинах 50-65 м. Дебиты воды при откачках составляют 180-290 м³/сут. Вместе с тем поглощающая способность сеноманского водоносного горизонта очень высокая. В результате проведения опытных нагнетаний воды в специально пробуренные скважины для определения приемистости установлено, что расходы закачки составляли от 600 до 1800 м³/сут при устьевых давлениях нагнетания 0,2-0,6 МПа.

Результаты химического анализа проб подземных вод сеноманских отложений Уренгойского месторождения приведены в табл.П.1. Воды сеноманских отложений относятся преимущественно к хлор-кальциевому, реже гидрокарбонатно-натриевому типам (по В.А.Сулину), являются почти бессульфатными. Общая минерализация их обычно варьирует в пределах 16-18 г/л. Хлориды незначительно преобладают над щелочными металлами, концентрация щелочных земель невелика. Важной характеристикой состава вод являются микрокомпоненты: йод, бром, бор, аммоний-ион.

Растворенные газы «сеноманских» вод изучались в скважинах после тщательного их освоения. «Сеноманские» воды характеризуются предельным газонасыщением при данных термодинамических условиях, которое составляет 1,9-2,0 г/л. При этом коэффициент насыщения близок к единице. По составу растворенный газ исключительно метановый, группа тяжелых углеводородов установлена в весьма незначительной концентрации. Из негорючих компонентов присутствуют азот и двуокись углерода.

2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1. Источники и виды воздействия на водную среду

Источниками воздействия на водную среду Уренгойского месторождения являются многочисленные площадные и линейные объекты основных и вспомогательных производств, а также объекты сопутствующей инфраструктуры: УКПГ, ЦПС, ДНС, БСНиИ, КС, кусты скважин, трубопроводы, автодороги, мосты, карьеры, водозаборы, селитебные и промышленные зоны городов и поселков.

Источники воздействия и их количество существенно меняются в зависимости от стадии обустройства месторождения. На этапе строительства основными источниками воздействия являются гидронамывные карьеры, трассы автодорог, трубопроводов и других коммуникаций. На этапе ввода месторождения в эксплуатацию к ним добавляются сеноманские УКПГ, ДКС, ДНС, кусты скважин и другие объекты.

На современном этапе обустройства Уренгойского месторождения четко разделить эти стадии невозможно, так как на фоне уже существующих и находящихся не один год в эксплуатации объектов возводятся новые. Таким образом, окружающая природная среда, в том числе и водные объекты, испытывают в один и тот же период времени как бы двойную нагрузку.

Для территории Уренгойского месторождения виды воздействия на водную среду можно объединить в две большие группы: механическое воздействие на водные объекты и химическое загрязнение (сбросы загрязняющих веществ).

При проведении общестроительных работ основные воздействия связаны с изменением микро- и мезорельефа, обуславливающим нарушение поверхностного стока. Площадка объекта, спланированная без учета плоскостного стока, может явиться для него препятствием, что приведет к накоплению воды перед ней и заболачиванию местности. Вода по мере накопления может промыть себе путь и через площадку, если не предусмотреть водовода. На естественные пути стекания воды влияют также насыпи автодорог в случае отсутствия водопропускных отверстий, или если последние забиты песком и мусором.

Малые реки и ручьи, проникая через водопропуски в виде сигнальных труб под насыпями временных автодорог, в осенне-зимний период перемерзают в этих местах быстрее, что препятствует естественному стоку воды и способствует образованию перед сооружением наледи, которая забивает льдом водопропускные трубы. В весенний период наледь оттаивает позднее, чем снежный покров, соответственно позднее освобождаются от льда водопропускные трубы. Талая вода скапливается поверх наледи перед насыпью дороги, размывает доро-

гу, а материал насыпи уносится водой вниз по течению, увеличивая мутность воды и способствуя переформированию русла и дополнительному отложению наносов.

Особенно сильному воздействию подвергаются поверхностные водоемы в процессе строительства переходов трубопроводов. При этом наибольший ущерб наносится малым рекам.

При подводном исполнении переходов производится срезка крутых береговых склонов и разработка траншей на русловых, береговых и пойменных участках. Разработка береговых траншей приводит к разрушению естественного склона берегов, и если не предусмотреть укрепление и рекультивацию нарушенного участка, то на месте траншей под воздействием дождевых и талых вод может в короткие сроки (в течение одного-двух сезонов) образоваться овраг. Разработка механизированным способом русловых траншей ведет к нарушению естественной морфометрии дна, к увеличению концентрации взвешенных наносов и их перетолжению по длине водотока. Вторично водоем подвергается загрязнению при обратной засыпке траншеи. При этом часть грунта сносится вниз по течению и откладывается на нижележащих участках русла. Восстановление нарушенного профиля русла в створе перехода происходит в течение длительного времени.

Нарушение структуры грунтов при разработке траншей на склонах берегов приводит к изменению их свойств по сравнению с грунтами целиков. Увеличивается пористость грунта и уменьшается способность сопротивления размыву, что приводит к вымыванию нарушенного грунта, образованию оврагов, деформации русла реки, оголению трубопроводов, а в дальнейшем и их разрушению.

Значительный, часто непоправимый, ущерб наносится малым рекам при строительстве трубопроводов с временным отводом русла и выполнением земляных работ непосредственно на дне реки. Если после завершения перехода строительная организация не восстанавливает русло реки, наблюдается его смена, заболачивание территории, разрушение берегов, нарушение гидрологического режима рек (Кравцов, Путилин, 1999).

Трубопроводы, проложенные в насыпи, перехватывают поверхностный сток, образуются заболоченные участки.

При прокладке трубопроводов без учета направления стока воды по естественной овражно-балочной сети и временным водостокам, когда траншеи копаются вдоль водотоков или под острыми углами к ним, происходит переток воды в траншею и изменение местоположения русла.

Трубопроводы в подземном исполнении также влияют на гидрологический режим территории, поскольку трубы перекрывают внутризалежный сток по сезонно-талому слою.

Особенно это сказывается на стоке с болот. На пути внутризалежного стока также влияет нарушение естественного строения грунтов, наблюдающееся при рытье траншеи.

При бурении скважин может произойти загрязнение природных вод:

- буровыми и тампонажными растворами;
- материалами для приготовления буровых и тампонажных растворов;
- буровыми сточными водами и выбуренным шламом;
- горюче-смазочными материалами;
- хозяйственно-бытовыми сточными водами и твердыми бытовыми отходами;
- загрязненными тальми и ливневыми сточными водами (Кравцов, Цацульников, 2000).

Возможные причины загрязнения:

отсутствие надежной гидроизоляции дна стенок шламовых амбаров, технологических площадок буровой, котельной и склада ГСМ;

неорганизованный сбор сточных вод и сброс их в водоемы или на рельеф местности;

разгерметизация систем циркуляции промывочных и других жидкостей, емкостей с ГСМ, порывы трубопроводов;

нарушение технологических требований в процессе погрузки, транспортировки, разгрузки и хранения материалов, используемых для приготовления буровых и цементных растворов;

аварийные ситуации в процессе бурения, связанные с выбросом флюидов;

проникновение буровых растворов в водоносные пласты вследствие несоблюдения технологических требований к проходке этих пластов;

перетоки пластовых флюидов в случае некачественного цементирования и негерметичности обсадных колонн.

Основными источниками загрязнения при бурении скважин являются минеральные и органические химические вещества, входящие в состав сточных вод и шлама. Попадание их в объекты окружающей среды приводит к локальному загрязнению почвы и природных вод (Кравцов, 1996, Кравцов, Цацульников, 2000).

Следует отметить также, что водоснабжение буровых из ближайших небольших поверхностных водоемов, может привести к нарушению гидрологического режима последних.

В процессе эксплуатации Уренгойского месторождения основными источниками постоянного воздействия на природные воды являются УКПГ, ЦПС, ДНС, ЗПК, БСНИИ, а также вспомогательные объекты, характеризующиеся значительными объемами водопотребления и водоотведения (Каменев, Цацульников, 1998, Кравцов, Путилин, 1999).

Негативные воздействия на природные воды связаны в основном со сбросом хозяйственных стоков на рельеф и в поверхностные водоемы, а также с подземным захоронением промстоков (Боброва, Камышев, 1998, Кравцов, 1996, Кравцов, Кузьменко, 1998, Кравцов, Путилин, 1999, Кравцов, Цацульников, 2000, 2001).

Загрязнение природных вод, связанное со сбросом хозяйственных и промышленных стоков, обусловлено низкой эффективностью работы очистных сооружений.

При захоронении промстоков, содержащих такие токсические вещества, как нефтепродукты, фенол ДЭГ и метанол, тяжелые металлы происходит загрязнение альбеноманского водоносного горизонта. На начальном этапе эксплуатации на УКПГ-1-9 имелось лишь по одной поглощающей скважине, в случае вынужденных остановок которой промстоки сбрасывались на поверхность земли. Загрязнение промстоками природных вод происходит также при нарушении герметичности накопительных резервуаров и водоводов (Каменев, Цацульников, 1998).

О.М. Севостьянов (1993) отмечает, что во всех поглощающих скважинах нижняя половина эксплуатационной колонны характеризуется хорошим и частичным сцеплением цемента, на основании чего сделан вывод о “хорошем” и “удовлетворительном” качестве цементирования колонн над интервалами перфорации. Однако, следует отметить, что цементометрия в скважинах проводилась до их перфорации, отрицательно сказывающейся на целостности цементного камня за колонной. К тому же, во многих скважинах простреливались новые интервалы перфорации или производилась повторная перфорация. Кроме того, в верхней половине многих скважин цемент за эксплуатационной колонной отсутствует. Поэтому нельзя исключать возможность проникновения промстоков по заколонному пространству в залежи и вышележащие водоносные горизонты. Косвенным подтверждением такой возможности является факт подтягивания подошвенных вод залежей к интервалам перфорации эксплуатационных (газовых) скважин по заколонному пространству с различным качеством цементирования, определенным по результатам геофизических исследований по перфорации (Каменев, Цацульников, 1998).

На состояние водных объектов могут оказать существенное влияние также сточные воды с загрязненных промплощадок. В основном это талые и ливневые воды. Загрязнение поверхностными сточными водами зависит от специфики производственных процессов, организации складского хозяйства ГСМ и реагентов, количества, технического состояния и работы на площадке автотранспорта и спецтехники, благоустройства и своевременной уборки территории, от общей культуры производства (Боброва, Камышев, 1998, Каменев, Цацульников, 1998).

Очень большую опасность для природных вод и почв представляют аварийные утечки нефтепродуктов из трубопроводов, выбросы нефти на факельных площадках ЦПС и кустах нефтяных скважин. Поведение нефти и нефтепродуктов при их попадании в почвы, воды, процессы их внутриландшафтной миграции очень сложны и длительны (Cresswell, 1977). Для разложения нефти требуются температуры не ниже 6-10°C, оптимально 24-30°C (Андреева, 1981), поэтому нефть в холодных экосистемах очень устойчива и ее деградация может длиться десятилетиями (Engelhardt, 1985). Наиболее плохо процессы посттехногенной деструкции нефти протекают в гидроморфных ландшафтах с анаэробной средой (Green, Trett, 1989).

Одновременно с загрязнением почвенных экосистем на территории Уренгойского месторождения происходит интенсивное загрязнение поверхностных и подземных вод. При низких температурах воды испарение углеводородов с водной поверхности ослаблено, самоочищение водотоков от нефтепродуктов в условиях Крайнего Севера возможно только на отрезке 1500-2000 км (Медведский, 1978).

По данным Н.П. Солнцевой (1997) практически все поверхностные и значительная часть подземных вод Уренгойского месторождения содержат много органических загрязнителей, в том числе и полиароматических углеводородов: 3.4 бензопирена, 2.3 бензфлуорена, пирена, перилена, 1.12 бензперилена.

Нефтепродукты резко ухудшают не только качество воды, но и способствуют изменению гидрологического и гидрохимического режима водоемов. Нефть, попадая в воду растекается по поверхности, образуя пленку, которая уменьшает воздухообмен между водой и атмосферой и испарение с водной поверхности. Нефть, осевшая на берегах угнетает растительность, гибель которой снижает связность грунтов берегов и увеличивает возможность их размыва, т.е. скорость деформации русел рек увеличивается. Сжигание нефти сопровождается выделением большого количества продуктов горения: дыма, сажи, копоти которые оседают в зимнее время на поверхности снежного покрова, изменяя его альбедо. Это приводит к неодновременному таянию снежного покрова весной, из-за чего возможно образование наледей и перераспределение естественного стока воды в весенне-летний период.

Загрязнение природных вод и почв происходит также при проведении ремонтных работ на скважинах (Кравцов, 1996, Кравцов, Цацульников, 2000)..

Еще одним источником загрязнения на месторождении являются свалки твердых отходов (Весова, Волкова, 1996, Соколинская, 1996, Боброва, Камышев, 1998). Миграция химических веществ (тяжелых металлов, нефтепродуктов, ДЭГа), содержащихся в фильтрате бытовых и промышленных отходов с территории свалок в периоды таяния снега и выпадения

ния дождей ведет к загрязнению поверхностных и подземных вод вблизи площадок и за их пределами.

Растворенные токсичные вещества из поверхностных и надмерзлотных вод попадают в межмерзлотные, водоносные горизонты.

2.2. Водопотребление

Вода используется для покрытия потребностей по двум основным статьям: хозяйственно-питьевые и производственные нужды, причем последние в свою очередь, подразделяются на основные и вспомогательные. Объемы воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды составляют в общем объеме водопотребления 7-8% и, соответственно, на производственные нужды - 92-93%. Что касается последних, то 65% их приходится на долю котельных.

Как видно из таблицы 1 фактическое водопотребление большинства объектов ниже проектного, что объясняется сокращением, по сравнению с проектными, числа жилых поселков, штатного расписания и расходов воды на подпитку систем теплоснабжения.

Таблица 1

**Проектные и фактические данные водопотребления объектов
Уренгойского месторождения
(фактические данные приведены по результатам замеров за 1993-1994г.г.)**

Наименование объекта	Водопотребление, м ³ /сут					
	Всего		Хозяйственно-питьевые нужды		Производственные нужды	
	проект.	факт.	проект.	факт.	проект.	факт.
1	2	3	4	5	6	7
УКПГ-1АС, АВ	755.9	167-240	46.1	40-50	709.8	127-187
УКПГ-1	537.1	100-210	38.4	13-33	498.7	87-177
УКПГ-2, 2В	532.3	80-100	38.4	10-14	493.9	70-86
УКПГ-3	532.3	50-140	38.4	13-17	493.9	37-123
УКПГ-4	532.3	85-183	38.4	10-17	493.9	75-166
УКПГ-5, 5В	906.6	150-230	51.7	22-27	854.8	128-203
УКПГ-6	532.3	96-132	38.4	26-36	493.9	70-96
УКПГ-7	534.7	113-180	37.2	17-27	497.5	96-153
УКПГ-8, 8В	1002.6	100-160	49.4	20-44	965.4	80-116
УКПГ-9	534.7	130-165	37.2	19-29	497.5	111-136
УКПГ-10	534.7	190-280	37.2	18-27	497.5	172-253
УКПГ-11	478.2	304-440	39.4	18-40	438.8	286-400
УКПГ-12	478.2	165-270	39.4	21-38	438.8	141-243
УКПГ-13	667	107-165	36.2	15-27	630.8	92-138
УКПГ-15	667	270-370	36.2	15-36	630.8	255-334
ЗПК	934.9	500-580	114.3	60-72	820.6	440-508
БСНИИ	456	430-450	20	10-15	436	420-435

продолжение табл. 1

ЦПС-1		32-43		6-8		22-35
ЦПС-2		11		3.7		7.3
УГВК(городской водозабор)		44800-64000		-		-
БПО УГПУ		0.5		0.5		
БПО УИИПиКРС		215.8		19.2		196.7
АТП-1		117.3		6.5		110.8
РМП		4		4		-
ЛПУ		28		20.7		7.3
УГЭ		5309.5		36		5273.5
УГРС		54.8		4		50
УМС		1.5		1.5		-
УПТК		52.5		2.5		50
УГДРС		112		12		100
База "Северная"		105		5		100
База "Южная"		20		2		18
Итого:		53900-74358		470-674		8625-9694
В т.ч.г.Н.Уренгой	70000	40000-60000		30000-50000		8000-10000
Локальные водозаборы промзоны г.Н.Уренгой		1500-2000		500-700		1000-1500

Сведения о подземных водозаборах основных производственных объектов приведены ниже, в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика подземных водозаборов на Уренгойском НКМ

Наименование объектов	Данные по водозаборам					
	Кол-во водозаборных скважин				Производительность, м ³ /сут, до	
	всего		рабочих			
	проект.	факт.	проект.	факт.	проект.	факт.
1	2	3	4	5	6	7
УКПГ-1АС, 1АВ	4	5	3	4	1600	1300
УКПГ-1	3	3	2	2	1200	500
УКПГ-2,2В, ЗПК	} 8	4 6	} 7	3 4	} 4200	950 900
1	2	3	4	5	6	7
УКПГ-3	3	5	2	3	900	600
УКПГ-4	5	3	4	3	1000	600
УКПГ-5,5В	5	6	4	6	1200	1000
УКПГ-6, ЦПС-1	3	}4	2	}3	1200	}800
УКПГ-7	3	4	2	4	800	600
УКПГ-8,8В	4	5	3	5	1500	1200
УКПГ-9	3	5	2	2	1200	700

Продолжение табл. 2

УКПГ-10	3	5	2	2	800	700
УКПГ-11-13	20	8	16	7	8000	4500
Итого	64	63	49	50	23600	14350

Примечание: 1) для питьевых целей УКПГ-1 и 10 вода доставляется автотранспортом; 2) водоснабжение УКПГ-11-13 осуществляется с водозабора в долине р. Табьяха.

Динамика водопотребления промышленных объектов на месторождении показана на рис.7.

Как видно из таблицы, фактическая производительность водозаборов существенно ниже проектной, в связи с чем они работают циклически - примерно через сутки.

С подземного водозабора г.Новый Уренгой (64 рабочих скв.), помимо городских потребителей, удовлетворяются нужды в воде объектов промзоны г.Новый Уренгой.

С локальных подземных водозаборов получают воду ЦПС-2, КС, совхоз "Новоуренгойский", производственные базы треста и др.

Всего на предприятиях ПО "Уренгойгазпром" эксплуатируется 146 водозаборных скважин.

Пресные подземные воды в районах распространения межмерзлотных горизонтов используются и для водоснабжения буровых посредством строительства однокважинных временных водозаборов. На Еньяхинской площади и Сев-Уренгойском месторождении с этой целью используются в основном поверхностные воды. С поверхностного водозабора на р.Хадутга (производительность проектная 3200 м³/сут, фактическая - 600 м³/сут) снабжается водой УКПГ-15.

Как отмечалось выше, пресные природные воды на месторождении по ряду показателей не соответствуют требованиям ГОСТ "Вода питьевая". Поэтому на УКПГ и ЗПГК были запроектированы установки по обезжелезиванию, фторированию и обеззараживанию (бактерицидные лампы) воды. Фактически установки обезжелезивания построены, но на УКПГ из-за неукomплектованности и низкой культуры эксплуатации работают лишь в режиме фильтрования, не снижая концентрации железа до допустимого уровня. При этом, во-первых, не улучшается качество воды и, во-вторых, оказывается влияние на работу сооружений биологической очистки сточных вод, вызывая гибель микроорганизмов (Боброва, Камышев, 1998).

Согласно действующим разрешениям на спецводопользование, I и II пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) вокруг сооружений подземных водозаборов приняты равными соответственно 30 и 170 м. Размеры III пояса 300, определены ДАО "ВНИПИГаздобыча" в результате гидродинамических расчетов (Боброва, Камышев, 1998).

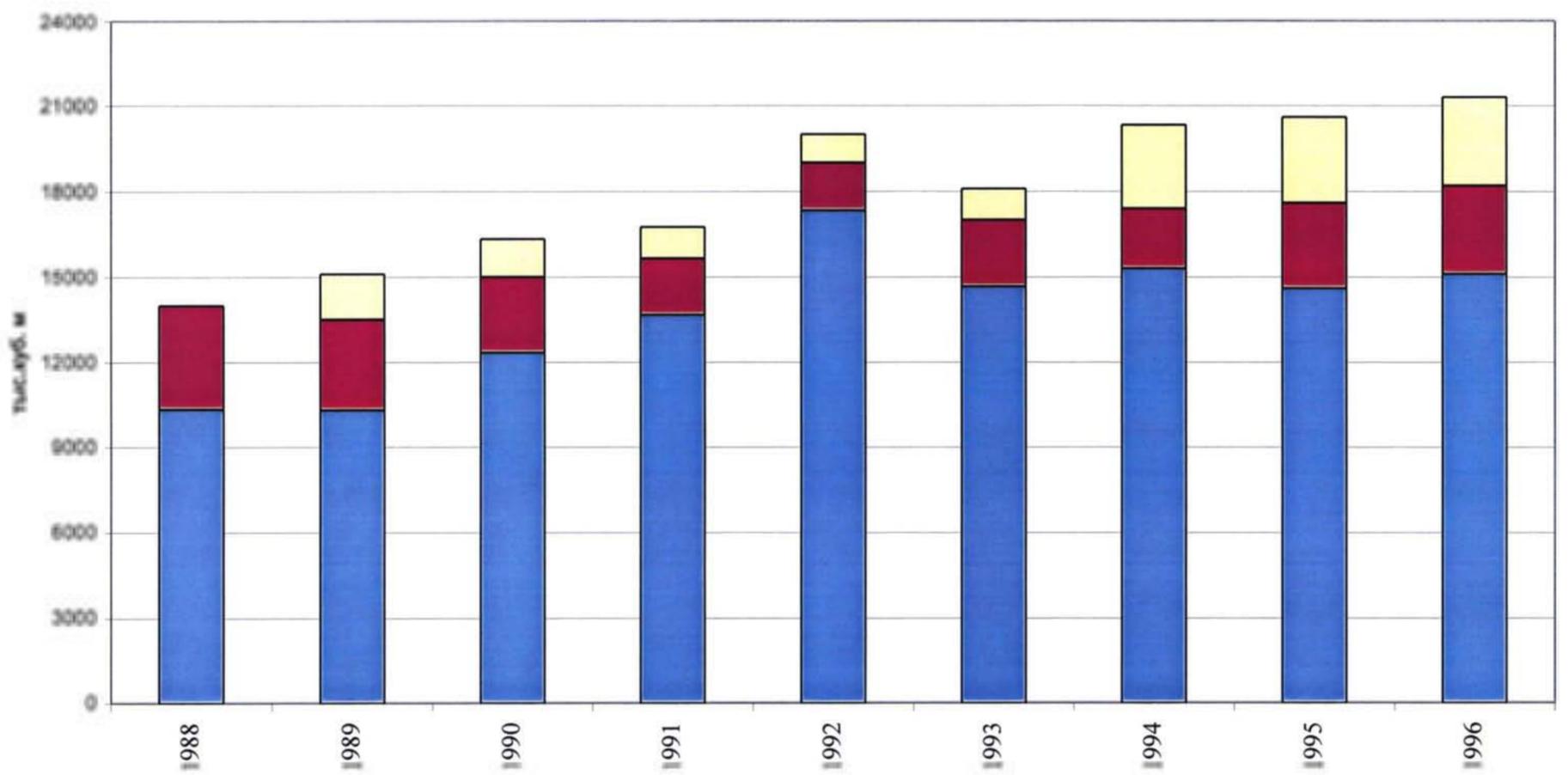


Рис.7 Динамика водопотребления ПО "Уренгойгазпром" в 1988-1996 г.г.

■ использовано ■ передано □ потери

Расчетные размеры III пояса ЗСО для водозаборных сооружений Уренгойского месторождения

Наименование объектов	Размеры III пояса ЗСО, м	
	на 1.07.94	до 2005 г.
УКПГ-1АС, 1АВ	190	305
УКПГ-1	262	335
УКПГ-2,2В	173	223
ЦПС-2	144	283
УКПГ-3	216	280
УКПГ-4	344	456
УКПГ-5,5В	381	378
УКПГ-6,ЦПС-1	184	249
УКПГ-7	229	308
УКПГ-8,8В	316	432
УКПГ-9	239	425
УКПГ-10	596	818
ЗПК	245	425

Следует отметить, что прогнозные границы ЗСО на УКПГ-1,4,10 пересекаются с санитарно-защитными зонами (СЗЗ) необорудованных свалок, а на УКПГ-3 и 5,5В СЗЗ свалки захватывают непосредственно площадки размещения водозаборных скважин (Боброва, Камышев, 1998).

2.3. Водоотведение

Сточные воды, от жилья и предприятий г.Новый Уренгой через единую систему канализации, после биологической очистки на городских сооружениях биологической очистки производительностью 55 тыс.м³/сут. (эксплуатация осуществляется УГВК) сбрасываются в р. Седзяха. Очистные сооружения работают достаточно эффективно. Стоки, поступающие в водоем, соответствуют нормативам качества, указанным в разрешении на сброс, выданным Тюменским областным комитетом по охране природы, согласно расчета ПДС.

На нефтегазодобывающих предприятиях существуют балансовое водоотведение, которое по величине соответствует забору воды из источника за вычетом потерь, а также забалансовые сточные воды (пластовые), отделяемые от газа, конденсата и нефти.

На промышленных объектах Уренгойского месторождения действуют две системы канализации: производственная и бытовая.

В целом сбросы производственных и хозяйственно-бытовых стоков в общем объеме водоотведения составляют соответственно 88-90 и 10-12% (Камышев, Боброва, 1996).

Проектные и фактические данные по водоотведению на основных объектах ПО “Уренгойгазпром” с постоянным сбросом сточных вод приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы, для подавляющего большинства объектов, фактические количества сточных вод в значительной мере отличаются от проектных, что обусловлено в основном отмеченными выше различиями в объемах фактического и проектного водопотребления. Проектное количество пластовых сточных вод также не превышает фактическое. Исключение составляет ЗПГК, где по проекту не предусматривалось образование этих вод, а на практике они, в количестве до 30-50 м³/сут отделяются от конденсата (Камышев, Боброва, 1996).

Характеристика производственного водоотведения при строительстве скважин приведена ниже в таблице 5.

Динамика водоотведения показана в таблице 6 и на рис.8.

Таблица 4

**Проектные и фактические данные по водоотведению производственных объектов
Уренгойского месторождения
(фактические данные приведены по результатам замеров за 1993-1995 гг.)**

Объекты	Водоотведение, м ³ /сут					
	Хозбытовые стоки		Промстоки			
	проект.	факт.	всего		пластовые воды	
проект.			факт.	проект.	факт.	
1	2	3	4	5	6	7
УКПГ-1АС,В	46,1	25-50	444,4	71-220	46,7	47-90
УКПГ-1	38,4	13-40	318,8	42-217	25,1	19-58
УКПГ-2,2В	38,4	6,5-20	314,0	112-230	24,0	55-151
УКПГ-3	38,4	12-23	314,0	76-152	24,0	25-40
УКПГ-4	38,4	4,8-28	314,0	62-193	24,0	8-51
1	2	3	4	5	6	7
УКПГ-5,5В	51,7	19-33	441,4	188-252	24,0	3,7-160
УКПГ-6	38,4	10-54	314,0	50-137	24,0	9,3-33
УКПГ-7	37,2	6,3-34	376,5	98-178	35,0	17-28
УКПГ-8,8В	49,4	20-48	514,5	85-136	35,0	10-152
УКПГ-9	37,2	16-31	376,5	60-137	35	15-45
УКПГ-10	37,2	11-50	376,5	80-240	35,0	13-57
УКПГ-11	39,4	18-300	315,6	187-300	35,0	11-35
УКПГ-12	39,4	21-168	315,6	71-219	35,0	50-117
УКПГ-13	36,2	15-87	484,0	117-200	46,7	6,8-37
УКПГ-15	36,2	15-129	484,0	200-297	46,7	25-54
ЗПГК	114,3	60-72	335,8	70-80	-	30-50
БСНиИ	20,0	13-15	204	70-92	-	-
Итого	736,3	347-1027	6618,9	2008-2320	494,4	473-820
г.Н.Уренгой	55000	-	-	-	-	-
Промзона города		400-600	-	800-1200	-	-

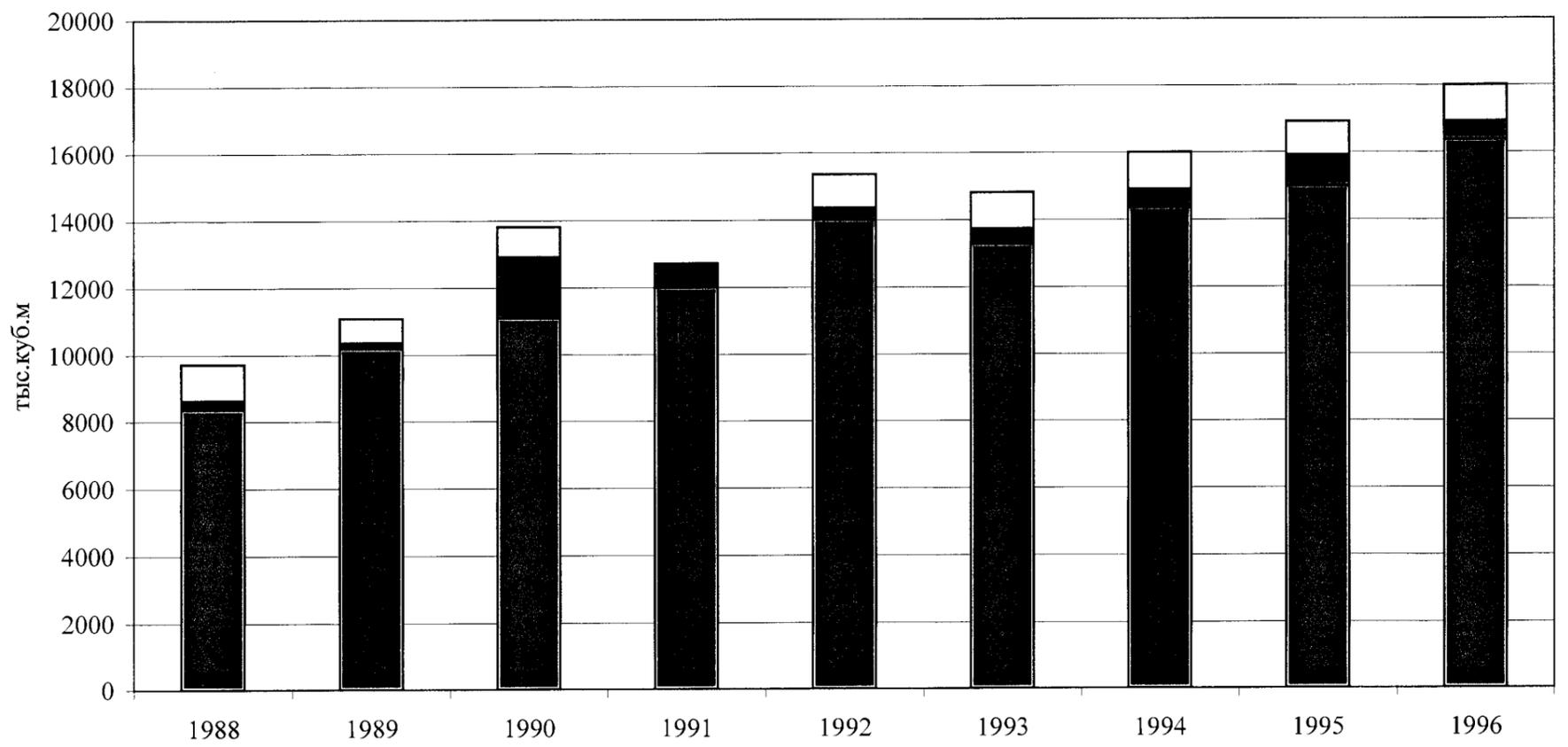


Рис.8 Динамика водоотведения ПО "Уренгойгазпром" в 1988-1996 г.г.

водосемы
 рельеф
 поглощающий горизонт

**Нормы водоотведения производственных сточных вод
при строительстве скважин**

Характеристика сточных вод	Водоотведение, м ³ /скв.
Отработанный буровой раствор	335
Буферная жидкость	15
Продавочная жидкость,	110
в т. ч. буровой раствор	75
вода	35
Промывочная жидкость	180
Прочие сточные воды	180
Итого	820
Повторное использование	135
Водоотведение с учетом повторного использования	940

В систему производственной канализации поступают сточные воды от технологических установок основного производства:

- пластовые воды;
- рефлюксная вода с колонны регенерации ДЭГа;
- кубовая жидкость с колонны регенерации метанола;
- от охлаждения подшипников насосов в прямоточной системе;
- от продуктивных резервуаров (подтоварные);
- от промывки оборудования;
- от вспомогательных объектов: (от котельных, установок водоподготовки).

Динамика водоотведения ПО «Уренгойгазпром» по данным за 1988-1996 г.г.

Годы	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Водоотведение, тыс.м ³									
В поверхностные водоемы,	8543	10209	11078	11970	13958,5	13342	14415	15050	16318
в том числе: нормативно чистых без очистки	1223	93	0	0	0	0	0	0	0
нормативно-очищенных на сооружениях биологической очистки	7320	10116	11078	11970	13958,5	13342	14415	15050	16318
Сброшено на рельеф, всего	102	149,95	1763,25	771	320	370,5	468,8	838,18	581
в том числе: недостаточно очищенных или без очистки	0	0	0	0	0	140,5	0	521,18	254

Продолжение табл. 6

Годы	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
нормативно-очищенных на сооружениях биологической очистки	102	149,95	1763,25	0	0	230	298	317	327
В поглощающий горизонт всего,	736	767,91	919,97	0	1048	1049	1072	1066	1154
в том числе нормативно-очищенных после механической очистки	736	767,91	919,97	0	1048	1049	1072	1066	1154
Всего:	9381	11126,86	13761,22	12741	15326,5	14761,5	15955,8	16954,18	18053

Промстоки УКПГ, ЗПГК и БСНИИ после предварительной очистки закачиваются в альб-сеноманский поглощающий горизонт.

Как видно из таблицы 6 и рис. 8 общий годовой объем сточных вод в 1996 г. составил 18,0 млн.м³ из них 16,4 млн.м³ сброшено через городские сооружения биологической очистки (91%). Остальной объем сбрасывается через локальные системы канализации производственных объектов. Водоотведение промышленных стоков по объединению составляет 2008-2320 м³/сут (см. табл. 4), а сброс в поглощающий горизонт 736-1154 м³/сут (см. табл. 6). Отсюда следует, что более половины промышленных сточных вод нерегламентированно сбрасываются на рельеф. Объем сточных вод растет.

Основной задачей подготовки промстоков к закачке с целью обеспечения достаточно высокой приемистости поглощающих скважин и пластов на Уренгойском месторождении является снижение в них до допустимых величин концентраций взвешенных веществ и нефтепродуктов.

По содержанию взвешенных веществ сточные воды соответствуют нормам, принятым в проектах обустройства месторождения, (не более 15-20 мг/л) и ОСТ 39-225-88 (не более 5-40 мг/л) (рис.9), по нефтепродуктам не соответствуют (рис. 10). Только 50% нефтеловушек достигают проектной эффективности очистки от мехпримесей и лишь 20% достигают 70% требуемой степени очистки от нефтепродуктов (Каменев, Цакульников, 1998). Что касается флотаторов, то лишь 5% их обеспечивают проектные показатели очистки от нефтепродуктов и 20% достигают 60% требуемой эффективности очистки от взвешенных веществ. В целом только 25% очистных сооружений обеспечивают проектные показатели очистки промстоков от мехпримесей и 20% - от нефтепродуктов; 30% сооружений достигают эффективности очистки от нефтепродуктов, достаточно близкой к проектной. Необходимо отметить, что флотаторы эксплуатируются с нарушением проектных решений - без подачи воздуха и раст-

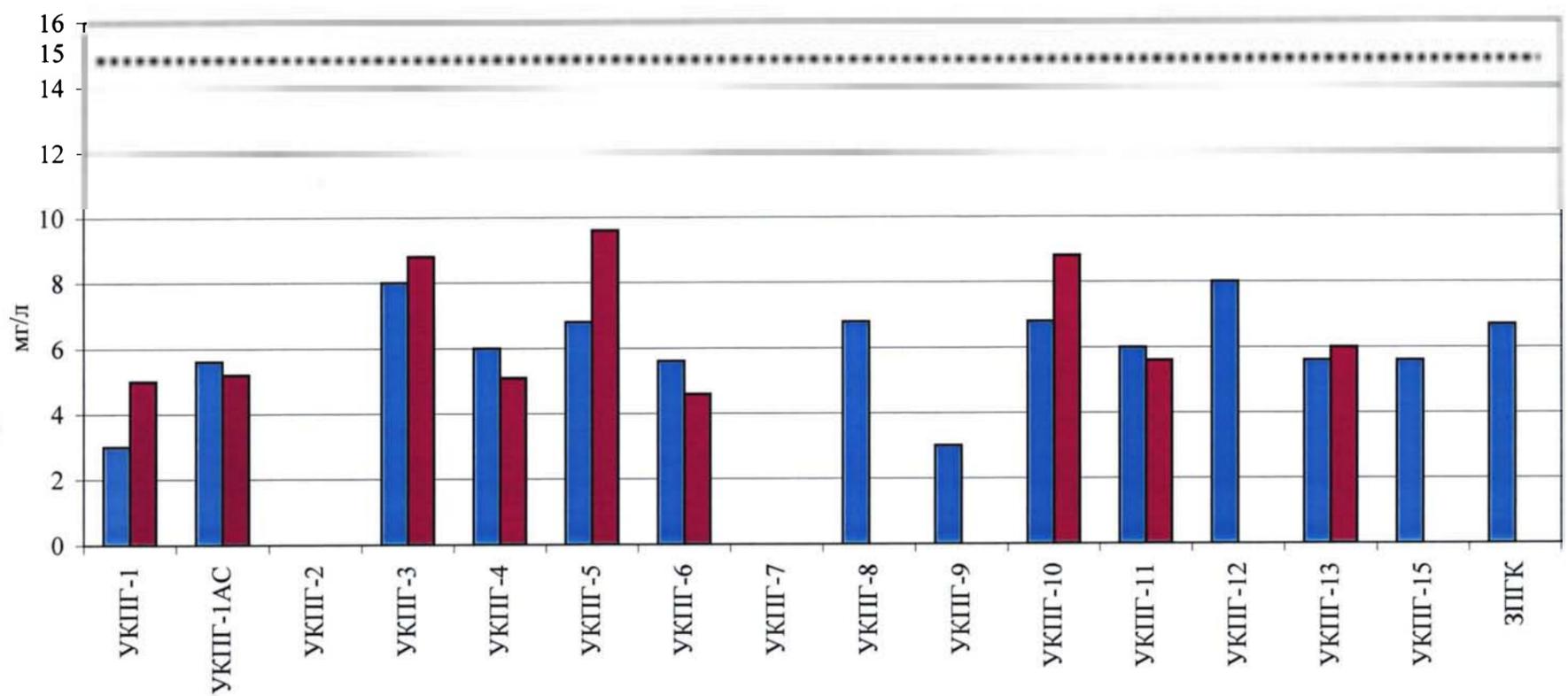


Рис.9 Содержание взвешенных веществ в сточных водах предприятий ПО "Уренгойгазпром" в 1996 г.

■ max после КУ ■ max после флотатора норма

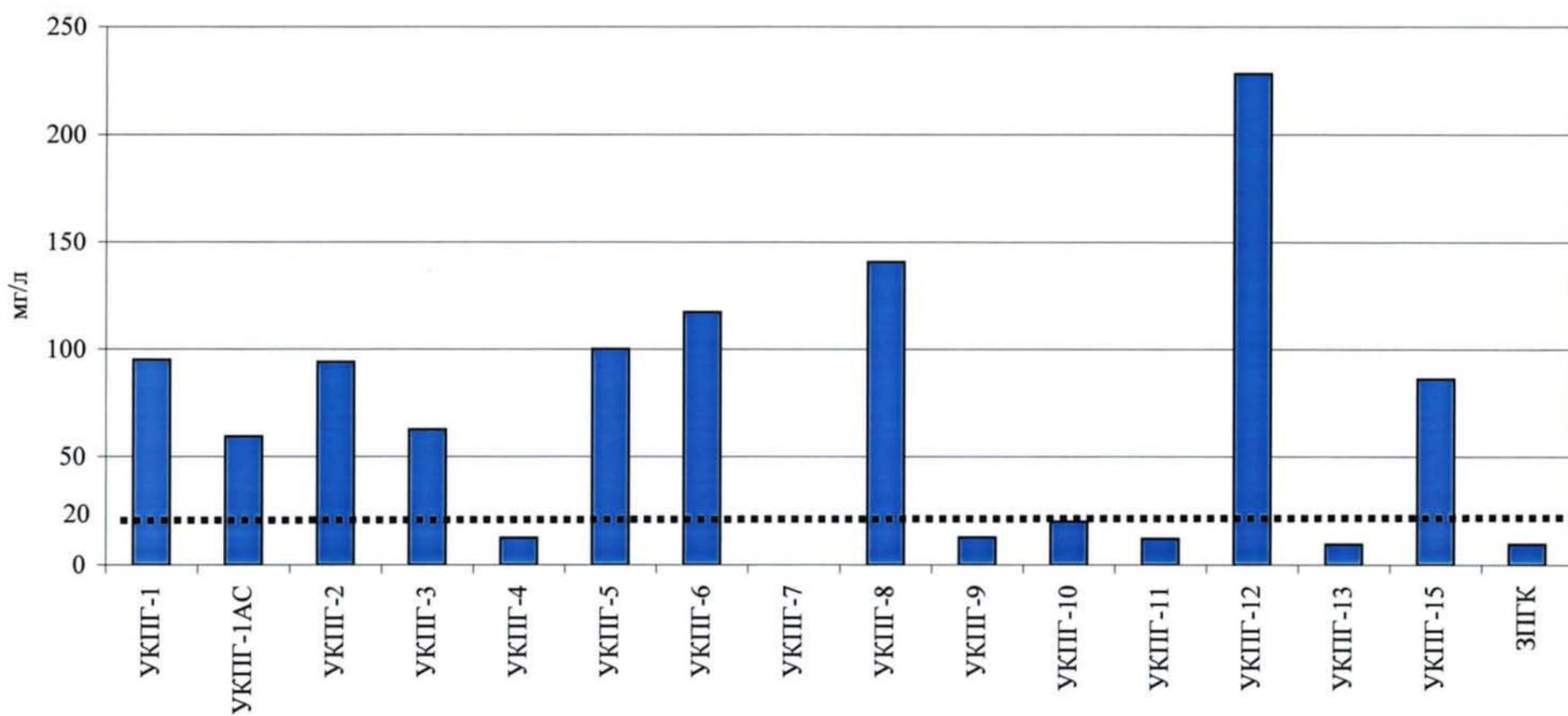


Рис.10 Содержание нефтепродуктов в сточных водах предприятий ПО "Уренгойгазпром" в 1996г.

■ замеры норматив

вора коагулянта, то есть являются по существу лишь отстойниками (Камышев, Боброва, 1996).

Очистка стоков от ДЭГа и метанола не производится. При этом содержание метанола в стоках зачастую превышает разрешенную норму - 40 г/л.

Пластовые воды УКПГ-8 и промстоки ЦПС-1 (20-60 м³/сут) и ЦПС-2 (до 250 м³/мес) отводятся в земляные амбары с последующим сжиганием на ГФУ.

Земляные амбары обвалованы, но гидроизоляция отсутствует, в связи с чем возможно загрязнение сточными водами грунтовых и поверхностных вод (Камышев, Боброва, 1996).

Хозяйственно-бытовые стоки подвергаются биологической очистке на установках КУ.

Бытовые сточные воды УКПГ, ЗПК, БСНИИ и ЦПС-1 после очистки сбрасываются на рельеф и в водные объекты. Эти воды пресные (сухой остаток равен 21-97 мг/л), в основном слабокислые (рН 5-7,7). До очистки они содержат (мг/л) взвешенных веществ до 195, ионов аммония до 44, нитратов до 34, нитритов до 7,6, растворенного кислорода до 6,9; ХПК и БПК₅ достигают соответственно 400 и 168 мг О₂/л (Камышев, 1996). Согласно данным ПО "Уренгойгазпром" за 1996 г., средние величины ХПК, БПК₅, содержания ионов аммония и взвешенных веществ в стоках до очистки составляют соответственно до 388, до 270, 2,5 - 14 и до 13 мг/л. Среднее содержание БПК показано на рис. 11.

Бытовые стоки УКПГ-1,3,2В,8,8В,11, а также БСНИИ УПС-1 сбрасываются на рельеф - в пониженные места, УКПГ-1АС, 1АВ,4-7,5В,9,10,13 - в поймы ближайших рек, УКПГ-12,15 и ЗПК - в ближайшие ручьи, ЦПС-2 - в земляной амбар (в места с промстоками и сжигается на ГФУ). Сброс плохо очищенных стоков ведет к прогрессирующему загрязнению природных вод.

2.4. Твердые отходы

В процессе обследования объектов ПО "Уренгойгазпром" выявлены следующие виды отходов (Соколинская, 1996):

- 1) твердые бытовые отходы (ТБО);
- 2) нефтесодержащие отходы: отработанные масла газоперекачивающих и других агрегатов, отходы от зачистки резервуаров хранения моторных топлив и смазочных масел на базе хранения ГСМ, нефтеэмульсии и нефтешламы с нефтеулавливающих очистных сооружений;
- 3) избыточный активный ил с биологических очистных сооружений;
- 4) металлолом (черный и цветной);
- 5) отработанные аккумуляторы;

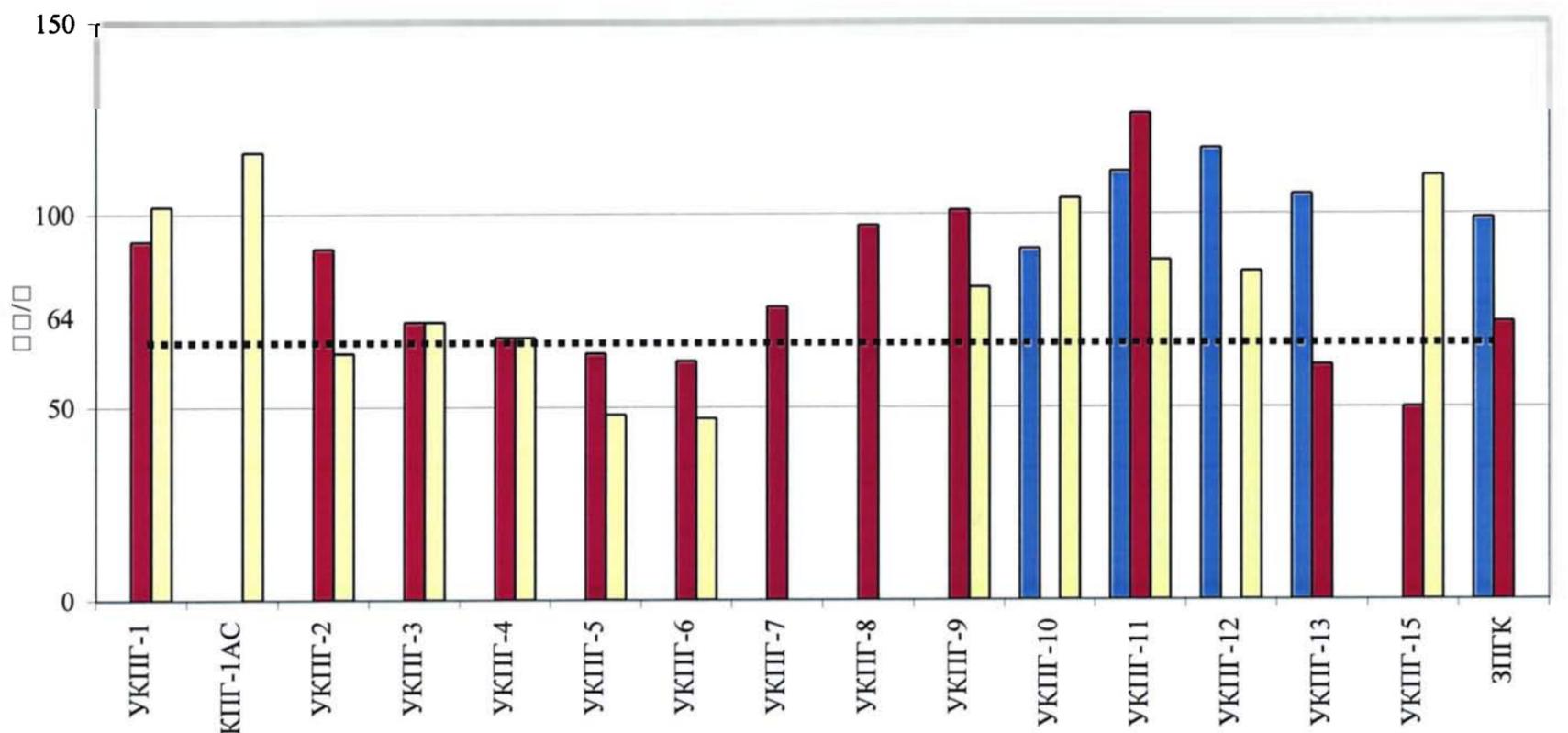


Рис.11 Уровень БПК в сточных водах предприятий ПО "Уренгойгазпром" в 1996 году

■ I-IV ■ V-VIII □ IX-XII норма

- б) промасленная ветошь;
- 7) люминесцентные лампы;

Подробная характеристика отходов приведена в таблице 3.9.

Ежегодно образуется 2568 т отходов, из них ТБО - 102 т, производственных - 1526 т. Из последних: отходы I категории токсичности - 1,1 т, II и III категории (нефтедержащие) - 567 т.

Сбор ТБО в основном производится в контейнеры, которые по мере заполнения один раз в 7-10 дней вывозятся.

Сбор отработанных масел, как правило, осуществляется в бочки, которые по мере заполнения вывозятся на БСНИИ, затем централизованно направляются на переработку.

Избыточный активный ил, нефтешлам и нефтемульсия по мере их накопления в аэротенках и нефтеловушках выгружаются и вывозятся в земляные амбары, имеющиеся на каждом объекте, затем сжигаются. На некоторых объектах часть производственных отходов захороняется. Нефтемульсия с нефтеловушек собирается в емкостях, затем утилизируется или сжигается.

Промасленная ветошь собирается в закрытые ящики и уничтожается. Общая характеристика отходов показана в таблице 7.

Таблица 7

**Характеристика отходов, образующихся на объектах
ПО "Уренгойгазпром" (по данным ВНИИГаздобычи за 1994 г.)**

Наименование отходов	Внешний вид, консистенция	Состав, %	Класс токсичности	Степень опасности	Режим отвода
Твердые бытовые отходы ТБО	твердое	бумага, картон - 30-45 пищевые отходы - 15-25 древесина - 1-3 металл - 5-8 кости - 1-2 стекло - 8-10 полимерные мат. - 2-3 отсев <16 мм - 7-10	нет	нет	постоянно
Производственные отходы:					
моторные масла (отработанные)	жидкое	углеводороды C8-16-100	111	умеренно опасные	периодически
нефтешлам (с установки очистки сточных вод от мехпримесей и нефтепродуктов)	пастообразное	нефтепродукты - 25 мехпримеси - 55 вода - 20	111	умеренно опасные	периодически
шлам от зачистки резервуаров хранения масел	пастообразное	нефтепродукты - мехпримеси - вода -	111	умеренно опасные	периодически
шлам от зачистки резервуаров хранения светлых нефтепродуктов	пастообразное	углеводороды C5-C8-18-40 мехпримеси - 40-60 вода - 12-25	11	высокоопасные	периодически

Продолжение табл 7

Наименование отходов	Внешний вид, консистенция	Состав, %	Класс токсичности	Степень опасности	Режим отвода
избыточный активный ил с биологических очистных сооружений)	пастообразное	мехпримеси - 4 вода - 96	IV	нет	периодически
Металлолом	твердое	-	нет	нет	периодически
Люминесцентные лампы	твердое	ртуть	I	чрезвычайно опасные	периодически
Аккумуляторы (свинцово-кислотные)		свинец серная кислота	III	умеренно опасные	периодически

Отходы от зачистки резервуаров хранения моторных топлив, светлых нефтепродуктов и ингибиторов на БСНИИ вывозятся на УКПГ-1 и сжигаются на открытых площадках.

Металлолом вначале складывается на территории объекта, а затем вывозится на базу сбора металлолома в г.Новый Уренгой или и оттуда направляется на переработку на металлургический комбинат в г.Челябинск.

Люминесцентные лампы и аккумуляторы до 1993 г. вывозились на свалку вместе с бытовым мусором, что недопустимо из-за содержания в них металлической ртути, свинца и серной кислоты.

Из общего количества образующихся отходов утилизируется 943 т/год (металлолом, моторные масла) уничтожается 430 т/год (осадки с КОС) и накапливается 1196 т/год (ТБО, частично осадки с КОС). Из накапливаемых отходов 889 т/год вывозится на городскую свалку и 306 т/год хранится на неорганизованных свалках вблизи объектов.

Хранение отходов на неорганизованных свалках осуществляется с большими нарушениями, что отрицательно влияет на почвы и водные объекты. В районах УКПГ-1,3-5,8,10-13 СЗЗ свалок пересекаются с ЗСО водозаборных скважин и водоохранными зонами рек, за счет чего качество воды в этих скважинах ухудшается (Камышев, Боброва, 1996).

2.5. Отходы при бурении нефтегазовых скважин

Отходы при бурении нефтегазовых скважин состоят из шлама, отработанного бурового раствора и буровых сточных вод (БСВ). Объем сбрасываемого в накопители бурового раствора составляют 0,2-0,3 м³ на один метр проходки. В практике нефтегазового бурения в регионе широко применялись и применяются для этой цели накопители (амбары) в виде "земляных сооружений - насыпных котлованов", выполненных на площадках бурения.

Сооружение накопителей в зоне распространения многолетнемерзлых пород, а также расположенных на территории болот всех типов (в регионе сочетаются вместе оба случая) производится в теле насыпи кустового основания.

Источники загрязнения при строительстве скважин делятся на постоянные и временные.

Постоянные источники: накопительные котлованы (амбары-накопители, сооружаемые в минеральных грунтах).

Временные источники: стволы бурящихся скважин в период их строительства.

В процессе бурения обычно происходит поглощение бурового раствора горными породами, выбросы пластового флюида на дневную поверхность, межпластовые перетоки вод и флюидов. Кроме этого, к временным источникам можно отнести открытые амбары-накопители в период затопления буровых площадок паводковыми водами, в результате чего может происходить разлив на дневную поверхность содержимого амбаров.

Наибольшую опасность для окружающей природной среды представляют амбары-накопители, в которых накапливаются производственно-технологические отходы бурения (William et al, 1987). В них обычно и содержится самый широкий спектр загрязнителей минерального и органического происхождения: каустик, едкий калий, кальцинированная сода, CaCl_2 , KCl , хромпик, извести, кислоты и их композиции, добавки-утяжелители (барий, гематит), ПАВ (диссолван, гипан и др.), цемент (носитель ионов кальция), смазочные материалы (нефть, нефтепродукты, петролатум, графит и др.). Нефть и нефтепродукты загрязняют также окружающую среду при их использовании в качестве ГСМ, при аварийных ситуациях (временные источники) (Кравцов, Шептулина, 1995).

Кроме основных технологических загрязнений, в процессе бурения выделяют также эксплуатационное загрязнение (очистка вибросит, мытье оборудования, полов, отработанная вода систем охлаждения и др.), технические загрязнения (отмыв бурильных труб, явление сифона, загрязнение раствора после цементирования, увеличение объема раствора в результате наработки при прохождении глинистых интервалов), аварийное загрязнение (нефтегазопроявления, порыв трубопроводов, неисправность запорной арматуры), природное загрязнение (талые и дождевые воды), технологическое загрязнение (утечки при приготовлении буровых растворов и химреагентов для их обработки, потери при отделении выбуренного шлама на механизмах очистки: виброситах, гидроциклонах, центрифугах, при засорении желобной системы).

Соотношение каждого вида отходов бурения определяется технологией бурения и загрязняющими свойствами привнесенных материалов и реагентов.

Буровые сточные воды - самый опасный отход бурения скважин, распространяющийся на значительные площади от объектов бурения. Разделяются на три вида: производственные сточные воды, хозяйственно-бытовые воды, атмосферные.

Производственно-сточные воды - образуются в процессе технологических операций, работы механизмов, оборудования, устройств.

Хозяйственно-бытовые воды - образуются в процессе работы пищеблока, объектов культурно-бытового и санитарно-гигиенического назначения.

Буровые сточные воды в процессе бурения загрязняются буровым раствором и его компонентами, выбуренной породой, химическими реагентами, нефтью и нефтепродуктами, в том числе и горючесмазочными материалами.

Буровые сточные воды - представляют собой агрегативно устойчивую коллоидно-дисперсную систему, стабилизированную химреагентами, содержащую в своем составе различные минеральные и органические вещества: глина, барий, гематит, нефть и нефтепродукты, химические реагенты различной природы, находящиеся в растворенном и коллоидно-дисперсном состоянии. Дисперсный состав определяется минеральной составляющей БСВ. Токсичными в них являются нефть, нефтепродукты, хроматы, лигносульфонаты, кремний, органические соединения, тяжелые металлы.

Отработанный буровой раствор - раствор, исключаемый из технологических процессов бурения скважин, который накапливается на буровой и подлежит утилизации и захоронению.

Буровой шлам - смесь бурового раствора и выбуренной породы, удаляемая из циркуляционной системы различными очистными устройствами.

Степень воздействия накопителей отходов бурения на окружающую среду определяется токсичностью накапливаемых в них сбросов бурового раствора, надежностью способов их обработки, утилизации и захоронения.

2.6. Атмосферные выбросы

Загрязнителями атмосферного воздуха практически являются все предприятия, входящие в структуру ПО "Уренгойгазпром". Кроме того, загрязняют атмосферный воздух также ряд предприятий, работающих на территории Уренгойского НГКМ на подряде объединения, выполняя разнообразные строительные, в том числе и буровые работы. На начальном этапе освоения месторождения основными источниками выброса загрязняющих веществ в атмосферу служили дымовые трубы котельных и выхлопные газы автотранспорта. По мере обустройства месторождения, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха становились объекты основного производственного комплекса по добыче, подготовке, переработке и транспорту нефти, конденсата и газа.

На действующем нефтегазоконденсатном комплексе вредные выбросы в атмосферу поступают через факела и продувочные свечи, а продукты сгорания через дымовые и вы-

хлопные трубы. Имеются “организованные и неорганизованные” источники выброса загрязняющих веществ. Все источники организованных выбросов относятся к низким (высотой до 50 м). При нормальной работе оборудования источниками организованных выбросов являются:

- выхлопные шахты газоперекачивающих агрегатов и дизельных электростанций;
- вентиляционные трубы и дефлекторы производственных зданий и блокбоксов;
- дымовые трубы котельных, подогревателей на резервуарах с водой и на нефтепроводах, технологических печей;
- факельные установки; дыхательные клапаны резервуаров с жидкими продуктами.

Источниками неорганизованных выбросов являются открытые площадки с размещенным на них технологическим оборудованием (площадки агрегатов воздушного охлаждения, площадки фильтров сепараторов, площадки отключающих устройств и др.), утечки от трубопроводов, арматуры, соединений.

Помимо того все источники выброса загрязняющих веществ в атмосферу подразделяются на источники постоянного действия, источники залповых выбросов при продувке технологического оборудования и аварийных выбросов. Согласно технологическому регламенту все основное производственное оборудование эксплуатируется в непрерывном режиме работы и поэтому все источники выброса загрязняющих веществ от технологического оборудования промыслов являются постоянными, за исключением факелов и продувочных свеч.

Для обеспечения непрерывной работы промыслов производятся ряд технологических операций связанных с остановками отдельного оборудования на профосмотр, заполнения резервуаров жидкими продуктами, сброс газа на продувочные свечи при остановке и запуске газоперекачивающих аппаратов, которые сопровождаются кратковременными залповыми выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

Нефтегазоконденсатные промыслы являются объектами на которых может создаваться предаварийная или аварийная ситуация. Например, порыв трубопроводов, или превышение давления в технологической схеме сверх предусмотренного регламентом эксплуатации оборудования, когда излишки газа с предохранительных клапанов сжигаются на факеле.

Выбросы и выделения вредных веществ на кустовых площадках происходят при:

испытаниях и исследованиях скважин;

продувке скважин и технологического оборудования от смеси углеводородного и нефтяного конденсата;

сжигании нефтяного газа в факелах;

сжигании топливного газа в подогревателях;

движении углеводородов через неплотности насосов, технологического оборудования, фланцевые соединения.

При сборе жидкостей и газов выбросы и выделения вредных веществ в атмосферу происходят в следствии:

утечек из линейной части газосборных и межпромысловых коллекторов, нефте-, конденсато- и метаноопроводов;

сравливания газа при текущем и капитальном ремонтах, а также при очистке трубопроводов очистными устройствами;

сжигания газа в подогревателях нефти;

вентвыбросов от насосной станции, продувки сепараторов;

испарения от дренажных емкостей.

При эксплуатации УКПГ выброс вредных веществ в атмосферу происходит при:

выпуске газа выветривания;

сжигании газа на факельном запальнике, опорожнении аппаратов;

сжигании газа в котельных;

вентвыбросах из технологического корпуса, здания переключающей арматуры, блок-боксов насосной, установки распределения метанола, складов метанола, ДЭГа, ГСМ.

При эксплуатации нефтяных оторочек Уренгойского газоконденсатного месторождения в атмосферу будут выбрасываться вредные вещества: азота диоксид, азота оксид, углерода оксид, сажа, углеводороды, бензин нефтяной, пары метанола, ДЭГа, дизтоплива, пары фталевого ангидрида (при использовании ингибитора ТюмИИ-77), керосина (при использовании эмульгатора ЭС-2), Реапон-1 (в пересчете на метанол), тарина (ингибитор коррозии пластовой воды); фенол (при использовании ингибитора бактерицида СНПХ -1002), аэрозоль серной кислоты, соляной кислоты, азотной кислоты, ацетон, фтористый водород, этиловый спирт, пыль абразивная, сварочная аэрозоль, окислы марганца. При нормальной работе предприятия основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются:

1. Организованные источники выброса:

дымовые трубы котельных, подогревателей, блока регенерации ДЭГа, факел:

выхлопные трубы компрессорных станций, дизельных электростанций;

вентвыбросы от насосных станций, компрессорных станций, маслохозяйства, установки закачки метанола, установки подготовки топливного газа, насосной нефти, метанола, конденсата, цеха осушки газа на ДКС-6, блока дозировочных насосов ЦПС, здания установки подготовки нефти, насосной внешней перекачки, насосной внутренней перекачки неф-

ти, блок-боксов коренных задвижек резервуаров, установки ввода реагентов, производственных блоков опорной базы промысла, теплых стоянок автомобилей.

2. Неорганизованные источники выброса вредных веществ:

утечки от трубопроводов, арматуры, соединений;
испарения от емкостей, резервуаров, очистных сооружений;
выбросы от подвижного состава.

При ремонте оборудования трубопроводов, опорожнении газопроводов, ремонте нагнетательных скважин, продувке скважин, больших дыханиях резервуаров, емкостей могут быть залповые выбросы вредных веществ в атмосферу. При эксплуатации дожимных насосных станций (ДНС) и дожимных компрессорных станций (ДКС) выделения вредных веществ происходят вследствие:

- продувки сепараторов;
- горении газа в газоперекачивающем аппарате;
- стравливания газа при пуске и остановке газоперекачивающих агрегатов;
- работы вентсистем в здании компрессорной, маслохозяйства, установки закачки метанола, установки подготовки топливного газа, насосной нефти, насосной метанола, насосной конденсата;
- испарения из дренажных емкостей, резервуаров отработанного масла, аварийных резервуаров нефти, емкости конденсата, отстойника нефти;
- горении газа в подогревателе.

При эксплуатации центральных пунктов сбора нефти выделения вредных веществ в атмосферу происходят вследствие:

- утечек от газопроводов топливного газа;
- продувки сепараторов компрессорных станций, установок подготовки нефти низких ступеней сепарации, продувки трубопроводов;
- испарения из метанольной емкости, отстойников нефти, резервуаров нефти, резервуаров ГСМ;
- вентвыбросов из блоков насосных, здания установки подготовки нефти, установки ввода реагентов;
- горении газа в котельных;
- горении дизтоплива в дизельной электростанции.

Следует особо отметить роль атмосферного загрязнения при сжигании углеводородного сырья на факелах и запальных свечах. Во время горения в атмосферу выделяется большое количество токсичных компонентов, которые разносятся на большие расстояния в виде аэрозолей и попадают в экосистемы с выппадающими осадками. В процессе пиролиза углево-

дородов в природную среду поступает основная масса полиароматических загрязнений (включая 3;4 бензапирен). Многие из этих соединений относятся к к первому классу опасности и являются очень сильными канцерогенными, мутагенными, тератогенными соединениями. Особенно велика опасность остатков нефтепродуктов после сгорания нефти. По степени токсичности эти вещества образуют ряд: пепел после пиролиза > более твердые остатки сгорания > выветренная нефть > сырая нефть (Shehhard et al, 1983).

Пагубные и долговременные последствия для почв и растительности и природных вод связана с выжиганием нефти. Следы пирогеиза в почвах Уренгойского месторождения очень устойчивы (Солнцева, Садов, 1997, Кравцов, 2000).

Определение нагрузки выбросов (выпадения) загрязняющих веществ на водные экосистемы производится в соответствии с оценкой осаждения твердых загрязняющих веществ на подстилающую поверхность и сорбирование их в снеге.

Свойства снега сорбировать содержащееся в атмосфере вещество и накапливать в своей массе эффективно используется при оценке его привноса с воздушными потоками в ландшафтную сферу и ее техногенное загрязнение.

Характер загрязнения снежной толщи определяется такими показателями как рН талой снеговой воды, количеством твердого остатка в снеге, его химическим составом. Для техногенно загрязненного снега обычно значения рН повышаются пропорционально увеличению концентрации загрязнителей. Ту же тенденцию имеет содержание твердого остатка в снежной толще, который представляет собой пылевую компоненту выбросов вредных веществ в атмосферу. Последняя помимо сажи в импактных районах содержит значительное количество тяжелых металлов- Mn, Cu, Pb, Zn, Co, Cd, Hg, Cr, As, Sr и др., а также органические соединения.

В соответствии с характером, масштабностью и интенсивностью внешнего поступления веществ в ландшафты в литературе обычно выделяются три уровня воздействия загрязнителей (Солнцева, 1998, Цибульский, Валеева, 1995):

глобальный, связанный с атмосферным переносом аэрозольных частиц из удаленных регионов и меняющий фоновые геохимические параметры ландшафтных компонентов;

региональный, определяемый поступлением загрязнителей из источников, расположенных в пределах единого физико-географического региона Западной Сибири;

локальный, связанный с деятельностью отдельных промышленных объектов или их объединений и проявляющийся на расстоянии до нескольких десятков километров.

Аэрогенный перенос материала является интегрирующим фактором, обуславливающим целостность географической оболочки как единой системы. Особенно важна его роль в глобальном балансе вещества. Источниками поступления вещества в атмосферу являются

мировой океан, вулканы, породы и почвы, растения, техногенная деятельность, а также космическое вещество.

Носителями основной массы рассеянных элементов в атмосфере являются аэрозоли - твердые или жидкие частицы, которые в зависимости от радиуса разделяют на три группы: частицы айткена (радиус меньше 0.1 мкм), большие частицы (радиус 0.1 - 1 мкм), крупные частицы (радиус более 1 мкм). Аэрозольные частицы выпадают с атмосферными осадками.

Количество солей, выпадающих на поверхность с атмосферными осадками, зависит от количества и минерализации последних. Хорошо прослеживаются как зональные, так и секторные особенности. Для тундры и тайги характерны величины порядка 5—10 т/кв. км в год (Цибульский, Валеева, 1995). Часть солей вступает в процессы биологического круговорота, однако в мерзлотных ландшафтах большая часть солей выбывает с речным и глубинным стоком вследствие переувлажненности.

Состав континентальных аэрозолей в основном идентичен составу почв, над которыми формируются воздушные массы. Техногенные источники поступления вещества в аэрозоли в настоящее время по масштабам сравнимы с природными факторами. Наибольшее количество источников загрязнения располагается в средних широтах Северного полушария. Известно, что для высоких широт Евразии (примерно до 70 градусов с. ш.) основным процессом является западный перенос. Перемещение происходит из промышленных районов Европы, атмосфера над которой обогащена технофильными микроэлементами - свинцом, серой, хромом и т. д. Пур-Надымский регион также находится в сфере влияния этих воздушных масс.

В связи с этим оценка степени загрязнения атмосферного воздуха Уренгойского месторождения металлами производится по их содержанию в снежном покрове. Подобный прием оценки содержания металлов в атмосфере воздуха рекомендован Минздравом из-за трудоемкости отбора проб воздуха и сложности их анализа (Методические рекомендации, 1990).

Геохимическими и гигиеническими исследованиями установлены количественные связи между содержанием металлов в атмосферном воздухе и выпадением их на территории, что фиксируется в снежном покрове, легко доступном для изучения по любой заранее заданной сети точек отбора проб (Коношко, 1993, Зверев, Варнавина, 2000). На севере такой прием изучения загрязнения атмосферного воздуха металлами тем более оправдан в связи с длительностью залегания снежного покрова и возможностью накопления в нем тяжелых металлов за более чем полугодовой период (октябрь-апрель). Это дает возможность по результатам изучения снежного покрова проводить ориентировочную гигиеническую оценку содер-

жания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и соответственно влияние этого загрязнения на водную среду (Зверев, Варнавина, 2000).

Сеть опробования на Уренгойском месторождении была выбрана таким образом, чтобы обеспечить выявление возможного загрязнения атмосферного воздуха от стационарных источников выброса загрязняющих веществ газовых, газоконденсатных и нефтяных промыслов, а также от передвижных источников – автотранспорта.

Результаты химико-аналитических исследований общего состава талой воды и содержания нефтепродуктов в образцах талой воды из снега, а также спектральный анализ твердого фильтра и определение тяжелых металлов в жидкой фракции атомно-абсорбционным методом показаны в табл. П.1-П.3.

Пробы отбирались на небольшом расстоянии от объектов газодобычи, следовательно можно полагать, что все отличия в содержании микроэлементов от регионального фона севера Западной Сибири с определенной долей условности можно отнести на счет местных локальных факторов, т.е. за счет выпадений загрязняющих веществ из воздуха от объектов газодобычи.

Комплекс химических элементов, растворенных в снеговой воде Уренгойского месторождения, небольшой. Химический состав твердого остатка в снеге более разнообразен (см. табл. П.3). Здесь присутствуют соединения свинца, меди, никеля, марганца, хрома, бериллия, ванадия. Наибольшие концентрации отмечены для свинца, никеля и бериллия.

Выявленные в снеге тяжелые металлы, не всегда связаны с загрязнением от объектов газовой промышленности. Установленный перечень тяжелых металлов в снеге и их содержание представляют собой в основном стандартный набор, соответствующий региональному фону севера Западной Сибири (Цибульский, Валеева, 1995). Твердые примеси снега, из года в год осаждаясь на поверхность почв, способствуют накоплению в их биогенном слое тяжелых металлов. В результате возможно возникновение биогеохимических проблем, для предупреждения которых важна организация мониторинга снежного покрова (Цибульский, Валеева, 1995, Коношко, 1993, Ярославцев, Цацульников, 1999).

С другой стороны, более детальные исследования последних лет на участках промышленных объектов Уренгойского месторождения показывают существенное влияние атмосферных выбросов на химический состав природных вод (поверхностных и подземных межмерзлотных) в зоне влияния источников выбросов (УКПГ, котельные, асфальтобетонные заводы и др.) (Кравцов, Цацульников, 1999, Ярославцев, Путилин, 2000). В таблице 8 дана сравнительная характеристика загрязнения атмосферных осадков (снега) и подземных вод некрасовского водоносного горизонта на участке промзоны г. Новый Уренгой. Скважи-

ны городского водозабора находятся в 1,5-3 км от основных источников атмосферного загрязнения: асфальтовый завод, котельная мехколонны –144 «Уралец», аэропорт и др.

Таблица 8

**Характеристика загрязнения подземных вод и атмосферных осадков
в районе водозабора г.Новый Уренгой
(по данным ТюменНИИгипрогаз, апрель 2000г.)**

Место отбора	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	NH ₄ мг/л	Окисля- емость перман- ганатная,	Нефте- проду- кты, мг/л	Фенолы, мг/л	ПАВ, мг/л
1. Скважины городского водозабора							
скв. 1/4	< 0,01	< 0,1	0,80	1,44	0,14	0,0011	0,014
скв. 2/2	< 0,01	0,91	0,68	2,08	0,39	0,0009	0,010
скв. 4/1а	< 0,01	< 0,1	1,03	1,68	0,54	0,0014	< 0,01
скв. 4/7	< 0,01	< 0,1	0,48	1,60	0,30	0,0007	< 0,01
скв. 4/18	< 0,01	< 0,1	0,78	1,92	0,43	0,0011	< 0,01
скв. 5/15	< 0,01	0,17	0,29	1,68	0,20	0,0008	< 0,01
2. Скважины предприятий в черте города							
скв. Аэропорт	< 0,01	< 0,1	0,3	1,28	0,32	0,0009	< 0,01
скв. УГРС	< 0,01	< 0,1	0,23	1,76	0,22	0,0034	< 0,01
скв. Асфальтовый завод	< 0,01	< 0,1	0,78	11,20	1,63	0,126	< 0,01
скв. МК – 144, «Уралец»	< 0,01	0,27	1,91	2,80	0,43	0,0027	< 0,01
3. Атмосферные осадки (снег)							
УГРС	0,04	2,22	1,36	0,32	1,48	0,0037	0,047
Аэропорт	< 0,01	2,35	0,26	0,32	0,98	0,0099	0,016
«Водный мир»	< 0,01	3,29	0,79	1,60	0,39	0,0146	0,016
Асфальтовый завод	< 0,01	1,96	0,78	0,96	1,70	0,0112	0,047

Из приведенной таблицы видна высокая степень загрязнения снега фенолом, нефтепродуктами, ПАВами, которые затем появляются в подземных водах городского водозабора и водяных скважинах предприятий. Из тяжелых металлов и микрокомпонентов в снеге определяются Fe, Mn, Al, Co, Zn, Ni, U, Se, Be (Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000). Достаточно часто они появляются и в подземных водах. В последнее время ряд исследователей европейской части России по результатам многолетних наблюдений отмечают значительное влияние состава осадков на химический состав подземных вод. Максимальное влияние они оказывают на маломинерализованные воды в зоне избыточного увлажнения, где доля отдельных элементов атмосферного происхождения может достигать 20-40% (SO₄²⁻, Na⁺, Ca²⁺, Cl⁻) (Зверев, Варнавина, 2000). Подобная тенденция отмечается и на территории Уренгойского месторождения (Кравцов, Цацульников, 1999, Ярославцев, Цацульников, 1999, 2000).

3 ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И РЕЖИМ ПРИРОДНЫХ ВОД НА МЕСТОРОЖДЕНИИ

3.1. Краткие сведения об изученности химического состава природных вод месторождения

Современные ландшафтно-климатические условия и их изменение в пределах Западно-Сибирской равнины определяют зональные особенности формирования ресурсов и химического состава вод региона Уренгойского месторождения.

Территория месторождения входит в гумидно-ледовую макрозону подземных вод верхней геогидродинамической системы Западно-Сибирского артезианского бассейна (Земскова, Смоленцев, 1991). В этой зоне подземные воды находятся преимущественно в твердой фазе (более 50%). Воды в жидкой фазе находятся в таликовых зонах в основном под долинами крупных рек. Значительный объем подземных вод, а в период отрицательных температур более 90% поверхностных вод заключены в виде льда, льда цемента сегрегационного льда в эпигенетических мерзлых четвертичных олигоцен четвертичных, олигоценых верхнемеловых и, отчасти, средне-нижнемеловых и юрских отложениях. Пространственно эта макрозона занимает тундровую, лесотундровую и часть северотаёжной зоны Западно-Сибирского бассейна. В этих условиях происходит формирование химического состава поверхностных, надмерзлотных грунтовых, межмерзлотных напорных, подмерзлотных напорных вод, циркулирующих в зонах свободного и затруднённого водообмена.

До начала освоения Уренгойского месторождения сведения о химическом составе природных вод в районе месторождения имелись только по данным Гидрометеослужбы. Это в основном данные по наблюдениям на гидропостях крупных рек Пур, Таз и их притоков.

С началом разведки, а затем и освоения крупнейшего в мире газоконденсатного месторождения начинается и изучение природных вод (50^х, начала 70^х годов), что в основном было связано с привлечением водных ресурсов для временного и постоянного водоснабжения объектов бурения, строящихся временных и постоянных поселков, промбаз, города Нового Уренгоя, УКПГ и др. Получаемые сведения носили разрозненный характер, в основном по результатам инженерных изысканий (Митин, 1951).

Начиная с 1976 года начинается более планомерное исследование поверхностных и подземных вод месторождения: Тюменская комплексная геологоразведочная экспедиция 1979-1983 гг. (Медеяев, 1983); Государственный гидрологический институт, 1979, Тюмен-НИИгазпрогаз, 1980-1989, 1991-2001 гг., Харьковский государственный университет 1984-1994 гг. В этот же период такими организациями как Востокбурвод, Бурводстрой строятся разведочно-эксплуатационные скважины на воду для разбуривающихся кустов газовых, кон-

денсатных и нефтяных скважин, УКПГ, КС. Основной упор в этот период делался на исследование межмерзлотного водоносного горизонта, тесно связанного с поверхностными водами малых и средних рек (рр. Седэ-Яха, Ево-Яха, Табьяха, Ен-Яха и др.).

Наиболее крупными исследованиями научно-производственного характера являются работы ТКГРЭ, 1983 (Медеяев, 1983), в которой была дана оценка эксплуатационных запасов и химического состава межмерзлотных вод некрасовского водоносного горизонта для строительства Новоуренгойского водозабора производительностью до 100 тысяч м³/сут, а также многолетний цикл научно-исследовательских работ по Новоуренгойскому водозабору и локальным водозаборам месторождения, выполненных Харьковским государственным университетом (1983-1994 гг.).

Следует также отметить работы по оценке воздействия на окружающую среду месторождения, выполненные ТюменНИИгипрогазом (1994-1997 гг.) и Саратовским институтом ВНИПИгаздобыча (1994-1996 гг.), где одним из основных компонентов исследования являлись природные воды месторождения (Цацульников, Каменев, 1997, Кравцов, Путилин, 1997, Подборный, 1997, Камышев, 1996). Последние годы (1998-2000) на территории месторождения гидрохимические исследования проводит ТюменгНИИгипрогаз (Кравцов, Цацульников, 1999; Кравцов, Цацульников, 2000, Ярославцев, Цацульников, 2000).

Большую работу по изучению химического состава подземных и поверхностных вод месторождения выполняют гидрогеологическая служба Уренгойгазводоканала, и служба охраны ОС ПО «Уренгойгазпром». Материалы всех вышеназванных исследований и работ в основном и были использованы при написании настоящей главы.

3.2. Основные факторы, процессы и циклы формирования химического состава природных вод в регионе Уренгойского месторождения

Поверхностные и подземные воды представляют собой сложные природные растворы, содержащие в своем составе все известные химические элементы в виде простых и сложных ионов, комплексных соединений, растворённых или газообразных молекул. По В.И. Вернадскому (1934) «...в каждой капле воды, как в микрокосме, отражается Вселенная». Исследования последних лет полностью подтверждают это положение: из 87 стабильных химических элементов, известных в земной коре более 70 обнаружено в природных (подземных и поверхностных водах (Шварцев, Пиннекер, Перельман, 1982 г.).

Различное соотношение химических и биохимических соединений наряду с количественным изменением содержаний каждого из элементов обуславливают большое разнообразие природных вод, насчитывающих до нескольких тысяч гидрогеохимических типов.

Формирование природных вод определяется источниками химических элементов, попадающих в воду, факторами формирования, процессами формирования, обстановками и этапами формирования (Кириухин, Коротков, Шварцев, 1993).

Источниками растворенных веществ в природных водах служат летучие компоненты магмы, породы и минералы литосферы, органические вещества биосферы, осадки атмосферы. Водная миграция химических элементов определяется внешними и внутренними факторами формирования природных вод. Процессы - следствия факторов, создающие или преобразующие состав вод. Обстановки – природный фон (среда) существования природных вод, от которых зависит интенсивность воздействия факторов и направленность процессов формирования вод. Этапы формирования отражают уровень взаимодействия природных ингредиентов в системе вода – порода – газ - живое вещество на данном этапе развития системы.

Основными факторами формирования состава природных вод по Е.В. Пиннекеру (1982) являются:

- 1) физико-географические (рельеф, гидрология, климат, выветривание и цементация);
- 2) геологические (геологическая структура, тектонические движения, тип пород, газовый фактор и др.);
- 3) физико-химические (химические свойства элементов, растворимость пород, кислотность и окислительно-восстановительные условия);
- 4) физические (температура, давление, время и пространство);
- 5) биологические (влияние живого вещества, почвы, ландшафт);
- 6) искусственные (воздействие деятельности человека).

Все эти природные и искусственные факторы формирования вод тесно взаимосвязаны прямо или опосредовано. Наиболее простые взаимозависимости:

осадки → водообмен → состав воды;

климат → почва → состав воды;

рельеф → водообмен → состав воды;

геохимический ландшафт → выветривание → состав воды.

Более сложные связи выявляются между геохимической средой, типом выветривания и составом воды (Шварцев, 1978). Тип выветривания определяется характером среды. Среда – сложная функция количественных соотношений взаимодействия воды с горными породами и органическим веществом, которое выражается через количество растворённых продуктов. Последнее же зависит от времени взаимодействия в системе вода - порода - газ -

органические вещества. Время взаимодействия зависит от интенсивности водообмена, а интенсивность взаимодействия от температур, дисперсности растворяемого продукта и его количества. Количество органического вещества зависит от биологической продуктивности ландшафта и направленности его преобразования, когда вода, взаимодействуя с органическим веществом или углекислым газом, формирует кислоты, нейтрализующие щелочи, и тем самым препятствует установлению равновесия в системе вода – порода – газ органическое вещество, а также определяет характер геохимической среды. При этом чем больше образуется кислот в конкретной обстановке относительно щелочей, тем выше неравновесность в системе вода – порода.

Такая направленность характерна для региона Уренгойского месторождения в целом, несмотря на относительно невысокую биологическую продуктивность северных ландшафтов.

В природных условиях Уренгойского месторождения ведущим фактором является интенсивность водообмена, от которого зависит время взаимодействия в системе вода – порода – газ – органическое вещество. Интенсивность взаимодействия зависит от температуры и дисперсности растворяемого продукта (солей и органического вещества) и его количества. В условиях, когда испарение невелико, а воды изолированы от горных пород и находятся в тесной связи с органическим веществом формируются болотные, почвенные, надмерзлотные ультрапресные воды, богатые биогенными элементами. При длительном нахождении воды в пределах горных пород (межмерзлотные, подмерзлотные воды) последние выступают в качестве главного источника химических элементов. В условиях неравновесного характера системы вода- порода происходит непрерывное концентрирование химических элементов в растворе, что приводит к изменению характера геохимической среды (Пинеккер, 1982).

Применительно к литогенному этапу формирования состава вод катионный состав воды представляет собой разность между составом разрушаемых пород и продуктов их выветривания. Анионный состав вне алюмосиликатных пород также определяется этой разностью. В пределах алюмосиликатов он является продуктом диссоциации самой воды (ОН⁻), химически связанный с СО₂, конечным продуктом минерализации органического вещества. Таковы в общем виде основные факторы естественного формирования природных вод на месторождении.

Влияние искусственных факторов на формирование химического состава природных вод определяется большим перечнем источников загрязняющих химических компонентов и более подробно рассматривается в разделах 3.3-3.6, а также в главе 2.

Природные гидрогеохимические процессы в общем виде по Е.В. Пинеккеру (1982) разделяются на следующие группы:

1. молекулярный и фильтрационный (диффузионно-конвективный) массоперенос;
2. гидролиз и выщелачивание вещества;
3. выпарение (осаждение) вещества из раствора;
4. воспроизводство и поглощение растворённого вещества;
5. добавление или удаление молекул растворителя (воды).

Все эти группы процессов достаточно широко представлены в формировании состава природных вод региона месторождения.

Генетические циклы, природные обстановки и типы природных вод, формирующихся в регионе Уренгойского месторождения показаны в таблице 9.

Основными типами природных вод, распространенными в регионе Уренгойского месторождения являются:

1. Надмерзлотные;
2. Поверхностные;
3. Межмерзлотные;
4. Подмерзлотные

Каждый из этих типов имеет свою экологическую роль и занимает свою экологическую нишу в окружающей природной среде месторождения.

Таблица 9

Генетические циклы, природные обстановки и типы подземных вод
(по Е.В. Пинеккеру и С.Л. Шварцеву, 1982)

Генетический цикл	Тип круговорота	Природная обстановка	Гидродинамический режим	Характер водообмена	Тип подземных вод	Преобладающий ионно-солевой состав	Общая минерализация, г/л
Инфильтрационный	Гидрологический	Зона гипергенеза в районах развития многолетней мерзлоты	Инфильтрационный	От интенсивного до затруднённого	Подземные воды вымораживания: надмерзлотные межмерзлотные подмерзлотные таликов	HCO ₃ -Ca-Mg Cl-Na разнообразный HCO ₃ -Ca-Na	< 1,0 редко до 30 до 100 до 1,00
Седиментационный	Геологический (седиментационный) этап	Зона сидемента-ции, диагенеза и катагенеза	Элизионный	Затруднённый	Артезианские воды бассейнов нормальной и пониженной солёности: слабой степени метаморфизации сильной степени метаморфизации	Cl-Na Cl-Na-Ca	10-35 35-80

3.3. Надмерзлотные воды

Этот тип вод имеет повсеместное распространение в регионе месторождения и играет очень большую, часто определяющую роль в питании речной сети и формировании химического состава природных вод в зоне активного водообмена, являясь активным буферным слоем гидросферы между поверхностными и подземными межмерзлотными водами. Этот слой наиболее подвержен геохимическому загрязнению и химической криогенной метаморфизации (Анисимова, 1981; Тютюнова, 1976). По данным Санниковой (2000) для региона Центральной Якутии подземное питание малых рек формируется в основном за счёт надмерзлотных вод сезонно-талого слоя. Этими водами формируется и определяется во многом качество речных вод месторождения. В целом надмерзлотные воды месторождения и региона в части формирования химического состава вод и их режима изучены недостаточно, хотя и являются наиболее распространенным водоносным горизонтом для большей части Уренгойского месторождения (Зенков, 1982). Практический интерес представляют воды подрусловых (несквозных) таликов р. Арка-Табьяха с притоками и р. Табьяха, а также воды подозерных таликов. В северной части месторождения, расположенной в зоне субарктической тундры под небольшими озерными котловинами диаметром до 100 м и глубиной около 1,0 м возможна существование несквозных таликов мощностью до 10-15 м, а диаметром более 100-150 м и глубиной 1,1-1,5 м мощность таликов более 30 м. По химическому составу воды подозерных и подрусловых таликов ультрапресные с минерализацией до 0,15 г/л, гидрокарбонатные, кальциевые, магниевые, с нейтральной или слабокислой реакцией. Уровенный и гидрохимический режим этих вод зависит от режима рек и озер, а в краевых частях таликов от режима промерзания, протаивания и связанных с ним криогидрохимических процессов (Анисимова, 1982; Кононова, 1973). Наибольшему криогидрохимическому воздействию подвергаются надмерзлотные воды сезонно-талого слоя, которые формируются в теплый период в процессе таяния снежного покрова и льда в период конца мая, начала июня по ноябрь. Залегают непосредственно над кровлей многолетнемерзлых пород на глубине 0,5-2,5 м в супесчано-суглинистых, песчаных, торфяных отложениях различного возраста и генезиса. Воды безнапорные, иногда застойные. Питание атмосферное и за счет таяния льда в СТС. Довольно часто мощность талых отложений значительно увеличивается до 10-15 м, образуя «карманную конфигурацию» надмерзлотных таликов, содержащих в себе безнапорные, а в зимний период слабонапорные воды. Такие карманы (несквозные талики) встречаются под ложбинами, полосами стока, оврагами, по ним же идет разгрузка надмерзлотных вод в реки и озера. По химическому составу надмерзлотные воды сезонно-талого слоя и несквозных таликов гидрокарбонатные кальциевые, магниевые, гидрокарбонатные натриевые с минерали-

зацией 0,06-0,12 г/л, содержат большое количество органического вещества, имеют буроватый цвет, часто неприятный запах. Жесткость небольшая 0,3-0,6 мг-экв/л. Реакция вод кислая, слабокислая, нейтральная, (рН 3,8-7,2). Воды обладают выщелачивающей агрессивностью. На формирование химического состава вод большое влияние оказывают криогидрогеохимические процессы.

Воздействие криогенеза на состав и минерализацию надмерзлотных подземных вод следующее (Кононова, 1973).

1. Вымораживание воды в грунте с образованием льда, минерализация которого ниже минерализации исходной воды, а минерализация остаточной незамерзшей воды выше.

2. Количество вовлечённых в лёд солей зависит от концентрации их в оставшемся растворе, состава пород, интенсивности водообмена и скорости льдообразования. Медленное вымораживание способствует образованию наименее минерализованных льдов.

3. Между льдом и промерзающим раствором идет перераспределение солей. В лед соли вовлекаются избирательно. Одновременно с кристаллизацией льда из раствора выделяются соединения, достигающие при соответствующей температуре предела насыщения. При этом из пресных вод выпадают карбонат кальция, а затем карбонат магния. Из соленых вод выпадают сульфаты кальция и натрия. Вымораживание приводит к концентрированию наиболее подвижных и хорошо растворимых соединений: гидрокарбоната натрия, сульфата магния, хлоридов кальция, магния и натрия.

4. При последующем оттаивании карбонаты кальция и магния, а также сульфаты кальция и натрия переходят в раствор частично, снижая тем самым минерализацию образующейся жидкой фазы и меняя ее состав по сравнению с исходным.

5. Чередование во времени вымораживания и оттаивания пресных гидрокарбонатных кальциевых вод в итоге через стадию гидрокарбонатных магниевых вод ведет к формированию менее минерализованных гидрокарбонатных натриевых вод.

Вымораживание соленых внутримерзлотных вод, которые локально встречаются в северной части месторождения (УКПГ-11, 15) и приурочиваются к небольшим по площади участкам засоленных морских отложений (Ярославцев, 1999) обуславливает появление так называемых криопэгов, переохлажденных соленых вод с повышенным содержанием хлоридов кальция и магния, а при низких температурах – натрия.

В части формирования соленых внутримерзлотных вод, залегающих на небольших глубинах (10-18 м), интересны данные А.В.Трофимова (1989) по Центральному Ямалу (Бованенковское газоконденсатное месторождение), где засоленные грунты распространены очень широко (табл. 10). Здесь также достаточно наглядно отражается процесс формирования поверхностных (озерных и речных) вод, тесно связанных с надмерзлотными водами се-

Таблица 10

Химический состав природных вод Центрального Ямала (Бованенковское ГКМ)

Виды опробованных вод	Число проб	средние значения концентраций, мг/л										Общ. жестк. Мг-экв/л	рН
		Fe ²⁺	Fe ³⁺	Сi	SO ₄	HCO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K	CO _{2св}	минер.		
Атм.осадки (дождь)	2	0,2	0,7	8	0	6,1	0,5	0,3	8,7	7,7	20,9	0,05	5,8
Озерные воды	11	0,3	0,98	14,1	0	20,8	1,4	1,6	11,9	44	50	0,2	6,4
Подземные пластовые льды (расплав)	11	0,4	0,97	20,6	15,6	22,7	2,2	0,9	24,8	8,2	84,5	0,18	6,5
Воды рек и мелких ручьев	9	0,2-50	0,8-22	25,3	16,8	42,7	4,9	6	22,2	19,6	125,2	0,74	6,6
Водные вытяжки из засоленных пород	14	0,8	2	7288	312	460	268	365	4043	39	12737	44	7,2
Криопэги внутри-мерзлотные	3	н/опр	40	33369	0	634	3400	1129	13465	1210	53234	361	6,6
ПДК для питьевого водоснабжения	-	0,3	Общ.	350	500	-	180	15	-	-	1000	7	6,0-9,0

зонно-талого слоя и отражена схема гидрогеохимических процессов, показанных выше. Химический состав надмерзлотных и поверхностных вод формируется в результате смешения атмосферных осадков, подземных льдов (после оттаивания), поровых растворов и криогенной их метаморфизации.

Процессы промерзания и оттаивания увеличивают выщелачивающую способность воды: оттаявшая после выщелачивания порода способна переводить в раствор в два раза больше солей, чем порода, не подвергшаяся криогенезу. Кроме того при переходе пород от талого к мерзлому состоянию перемещение поглощенных породой элементов меняется на обратное: усиливается вытеснение из поглощенного комплекса кальция или магния и связывание породой. Мерзлые породы, не подвергающиеся оттаиванию, преобразуются под воздействием тонких водных пленок незамерзшей воды с отрицательной температурой (Тютюнов, 1961).

Надмерзлотные воды на Уренгойском, Ямсовейском и Заполярном месторождениях изучались на участках кустов эксплуатационных скважин и опробованы в 57 точках (Кравцов, 1995; Кравцов, Кузьменко, 1996, 1997). Пробы воды отбирались в радиусе воздействия кустов на водную среду и почвы по профилям, пересекающим элементарные геохимические ландшафты (рис. П.1-П.3). Отбиралось 6 видов проб воды: буровые сточные воды из шламонакопителей (источник загрязнения), болотные воды, вода сезонно-талого слоя, водные вытяжки из грунтов сезонно-талого слоя, из поверхностных вод (озер, ручьев). Содержание макрокомпонентов, микрокомпонентов в водах показано в таблицах П.4-П.7. Изменение их содержания в зависимости от расстояния до шламонакопителя показано на рис. П.4-П.6.

Химический состав болотных вод близкий к фоновому отмечается в точках, достаточно удаленных от шламонакопителей, где загрязняющее влияние буровых сточных вод сказывается незначительно. Это преимущественно хлоридно-гидрокарбонатные кальциевые, магниевые ультрапресные воды с минерализацией 0,02-0,07 г/л за счет постоянного их питания атмосферными водами. Влияние криогенной метаморфизации здесь сглаживается атмосферным питанием. Реакция вод нейтральная или слабокислая (рН 6,5 – 7,0).

Воды собственно сезонно-талого слоя на незараженных буровыми сточными водами участках имеют также хлоридно-гидрокарбонатный кальциевый, магниевый, реже натриевый состав и низкую минерализацию – 0,02-0,07 г/л (т.т. 170В-1,2; 1207В –1,2) (см. табл. П. 4). Реакция вод слабокислая или нейтральная. В случае точки 170В-1 можно уверенно говорить о наличии здесь криогенной метаморфизации надмерзлотных вод: очень низкое содержание Са (0,8 мг/л), преобладание Mg (1,46 мг/л) и Na (4,9 мг/л). Здесь налицо конечная стадия криогенной метаморфизации пресных вод: через стадию гидрокарбонатных магниевых вод происходит формирование гидрокарбонатных натриевых вод.

Такой криогенез пресных надмерзлотных вод, образовавшихся в теле насыпной площадки куста 170 на месте законсервированного здесь амбара-накопителя произошёл в течение 10-12 лет (см. табл. П.4-П.5). Это старая кустовая площадка отсыпанная песчаным грунтом. Буровые сточные воды были постепенно вытеснены атмосферными водами, многими циклами оттаивания замораживания сезонно-талого слоя и процессом криогенной метаморфизации.

На участках действующих на момент опробования «молодых» амбаров в точках не загрязнённых буровыми сточными водами (т.т 31В-2,3,4,5), процессы криогенной метаморфизации проявлены на стадии формирования пресных гидрокарбонатных магниевых вод. Эти процессы просматриваются и на крупных озерах (оз. Тойягонто, т.61В-4, Са-1,6 мг/л, Мг-2,43 мг/л) в прибрежной части.

Таким образом, химический состав надмерзлотных вод (болотных вод сезонно-талого слоя, озёр и водотоков, гидравлически связанных с ними) в естественных условиях формируются за счёт атмосферных осадков, имеющих преимущественно хлоридно-гидрокарбонатный анионный и кальциево-натриевый катионный состав с минерализацией 20-21 мг/л, рН = 5-6 (см. табл. П.4, П.5). В дальнейшем идет их трансформация в сезонно-талом слое. Сохраняется хлоридно-гидрокарбонатный анионный состав, формируется преимущественно кальциевый, магниевый-кальциевый, реже кальциево-магниевый, кальциево-натриевый катионный состав, и очень низкая минерализация болотных вод (13-40 мг/л), также невысокая минерализация почвенно-грунтовых вод (18-75 мг/л), относительно высокое содержание SiO_2 (10-27 мг/л), реакция вод от кислой до нейтральной (рН=4,0-7,0).

Поскольку изучение химического состава надмерзлотных вод производилось в основном на участках кустов нефтегазовых скважин, то точки с ненарушенным или слабонарушенным гидрохимическим режимом встречались довольно редко (из 57 опробованных точек не более 10, то есть гидрогеохимический фон вод здесь следует отнести к локальному (техногенному) или природно-техногенному (Питьева, 1999). К точкам нарушенным гидрогеохимическим режимом можно отнести озёра естественного и искусственного происхождения (котлованы с водой достаточно больших размеров и длительного существования), которые попадали в зону влияния кустов и были опробованы (см. табл. П.5, П. 7).

В прибрежной зоне природных озёр вода имеет хлоридный, гидрокарбонатно-хлоридный, реже гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатный, хлоридно-гидрокарбонатный анионный состав, магниевый-кальциевый, кальциево-натриевый, кальциево-магниевый катионный состав, низкую минерализацию (13,8-72,7 мг/л), повышенное содержание железа, марганца, цинка, превышающее ПДК для рыбохозяйственных водоемов (табл. П.5, п,7). Из микроэлементов присутствуют Cu, Be, В, Ni, V, С, Ti, иногда в концентрациях, превы-

шающих ПДК (см. табл. П.11). Все природные озера являются конечными звеньями каскада геохимических ландшафтов, в которых идет накопление тяжёлых металлов в воде, а затем в донных отложениях.

Точки геохимического опробования на участках кустов скважин размещались преимущественно по профилям в пределах каскадных ландшафтно-геохимических систем, представляющих серию элементарных ландшафтов, сменяющих друг друга от местного водораздела к местной депрессии рельефа и связанных латеральными направленными миграционными потоками. Ландшафты образуют простейшую каскадную ландшафтно-геохимическую систему, где каждый элементарный ландшафт – звено или блок общей системы (Глазовская, 1988). Элементарные ландшафты, образующие начальные звенья катены, относительно геохимически автономны. Элементарные ландшафты склонов и депрессий геохимически подчинены, в них привносится (частично проходит транзитом) вещество из вышерасположенных звеньев общей каскадной системы. Согласно наблюдениям и обследованиям автора (Кравцов, 1996, 1997), практически все кусты разведочных и эксплуатационных нефтяных, газовых, конденсатных скважин в условиях равнинного рельефа тундры, лесотундры и северной тайги образуют техногенные, техногенно-природные ландшафтно-геохимические системы. Сами площадки, размером 25÷30 м x 80÷150 м в плане и высотой насыпи до 2,0-2,5 м образуют местные искусственные водораздельные участки, в пределах которых формируются значительные массы загрязняющих химических веществ в водных растворах достаточно большой концентрации (до 1,5-2 г/л) и различного химического состава (см. табл. П.8-П.11). Обычно это амбары-накопители в теле насыпной площадки размером 15÷20 м x 30÷50 м и глубиной до 2,0 м, накапливающие буровые сточные воды. Рассеяние химических ингредиентов может происходить несколькими способами: переливом, фильтрацией через борта насыпи, через наледи, образующиеся при промерзании засыпанных амбаров-накопителей, а затем происходить дальше по небольшим уклонам до замкнутых понижений, озер, ручьев. Радиус водных ореолов рассеяния может изменяться от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров (Кравцов, 1996, 1997, 2000).

На пути мигрирующего потока химических ингредиентов может встретиться от одного до 2-3 ландшафтно-геохимических барьеров (см. рис. П.5-П.6). Ландшафтно-геохимическими барьерами по А.И. Перельману (1978) могут быть участки, где резкое изменение условий миграции приводит к накоплению химических элементов. Самый первый барьер формируется на границе насыпи, через которую фильтруются или перетекают буровые сточные воды и естественной поверхности. Здесь, как правило, идет смешение вод и часто фиксируется увеличение концентрации ряда микрокомпонентов (в основном элементов-

комплексообразователей: Fe, Zn, Al, Mn, а также Cu, Ni). Далее барьером может быть другой почвенный комплекс, микрозападины в болоте и др.

Кроме описанного геохимического воздействия от кустов скважин, которое происходит в процессе бурения, ремонта, эксплуатации скважин от амбаров-накопителей необходимо учитывать и выбросы пластовых вод, углеводородов в процессе бурения, испытания и ремонта скважин. Результаты последних могут фиксироваться оторванно от кустовой площадки на расстоянии более 100-150 м (куст 113 Заполярного месторождения – см. табл. П.4). В этом случае на фоне ультрапресных гидрокарбонатных вод появляются пятна диаметром в несколько десятков метров хлоридных натриевых вод с минерализацией до 150-200 мг/л, Вг (10 ПДК), J (25 ПДК) и с повышенной концентрацией тяжелых металлов (Cu, V, Ni), нефтепродуктов.

В целом геохимическая картина надмерзлотных и поверхностных вод на участках техногенных геохимических ландшафтов очень сильно отличается от таковой естественных геохимических элементарных ландшафтов повышенной минерализацией и преимущественно гидрокарбонатно-хлоридным, хлоридным натриевым, кальциево-натриевым составом, присутствием сульфат-иона, повышенной концентрацией тяжелых металлов: Cu, Ni, Cr, V, Zn, Mn, Ti, Fe_{общ}, нефтепродуктов, фенолов, часто превышающей предельно допустимые концентрации, присутствием бора, бериллия, ПАВ. В непосредственной близости от кустов часто фиксируются пятна хлоридного засоления почв и болотных вод (кусты 61, 59, 243, 743), очень высокие содержания нефтепродуктов (до 200 ПДК). В настоящее время на территории только Уренгойского месторождения находится около 500 кустовых площадок. Площадь геохимического воздействия на природные надмерзлотные и поверхностные воды от них в среднем составляет 1,0-1,5 км² и более. Формируются техногенные ландшафтно-геохимические арены: совокупность ландшафтно-геохимических катен, ограниченных общим водосборным и соответственно солесборным бассейном (по Глазовской, 1988). Приурочиваются они к бассейнам малых рек: Ево-Яха, Арка-Табьяха, Табьяха, Паровы-Хадутте, Еньяха, Хадутте, протекающим по территории месторождения. По структуре миграционных потоков и ландшафтно-геохимическим условиям их можно рассматривать как микроарены, а совокупность их в системе водосборного бассейна р. Пур – как мезоарену.

В систему микроарен вписываются и промплощадки УКПГ, ЦПС, которые имеют значительно более сложную инфраструктуру, более широкий спектр источников загрязнения и загрязняющих веществ и более интенсивное и массивное геохимическое воздействие на природные воды. Основным загрязнителем здесь являются промышленные сточные воды в результате их нерегламентированного сброса на рельеф, озера, замкнутые понижения. В результате появляются минерализованные озера, значительные по площади массивы геохи-

мически трансформированных почв и почвенно-грунтовых вод (Солнцева, Садов, 1997, Солнцева, 1998, Ярославцев, Цацульников, 1999, Кравцов, 2000).

В качестве примера геохимической трансформации почвенно-болотных вод и почвогрунтов (донных отложений) можно привести данные исследований на одном из ключевых участков УКПГ-5 (Солнцева, 1998). Ключевой участок был выбран на месте постоянного массивованного сброса промстоков недалеко от полигона поглощающих скважин 24 и 570 в правом борту долины притока р. Нюдя-Ессетояха (рис. 12). Исследовались: ореол загрязнения в месте сброса сточных вод, а также донные отложения техногенного ручья (вернее одного из таких ручьев: всего их 4), берущего своё начало из этого места. Ручей протекает по довольно глубокому оврагу (постоянно растущему) (рис. 13, 14). Результаты исследования показаны в табл. 11, 12.

Таблица 11

Химический состав донных отложений «техногенных» ручьев северной тайги
Западной Сибири (Солнцева, 1998)

Номер точки наблюдения	Глубина отбора пробы, см	водорастворимые соли, мг/экв/100 г. почвы/мг/100 г. почвы							Сухой остаток, %	НП, г/кг почвы
		анионы			катионы					
		Cl	SO ₄	HCO ₃	Na	Ca	Mg	K		
109	0-5	8,175	5,585	0,35	7,673	0,15	4,25	0,1	0,728	27
		286	171	21	176	3	52	24 5		
110	0-5	6,65	2,331	0,5	7,542	1,6	0,2	0,1	0,612	300
		233	112	31	173	2	2	04 5		
111	0-5	6,3	0,342	0,5	4,93	2	0,1	0,0	0,44	104
		221	16	31	113	40	1	74 3		
112	0-5	9,15	0,29	0,675	8,829	1,9	0,1	0,1	0,641	51
		320	14	41	0,203	38	1	46 6		
113	0-5	4,15	0,213	0,15	4,384	0,05	0,025	0,0	0,273	180
		145	10	9	101	1	0,3	42 2		

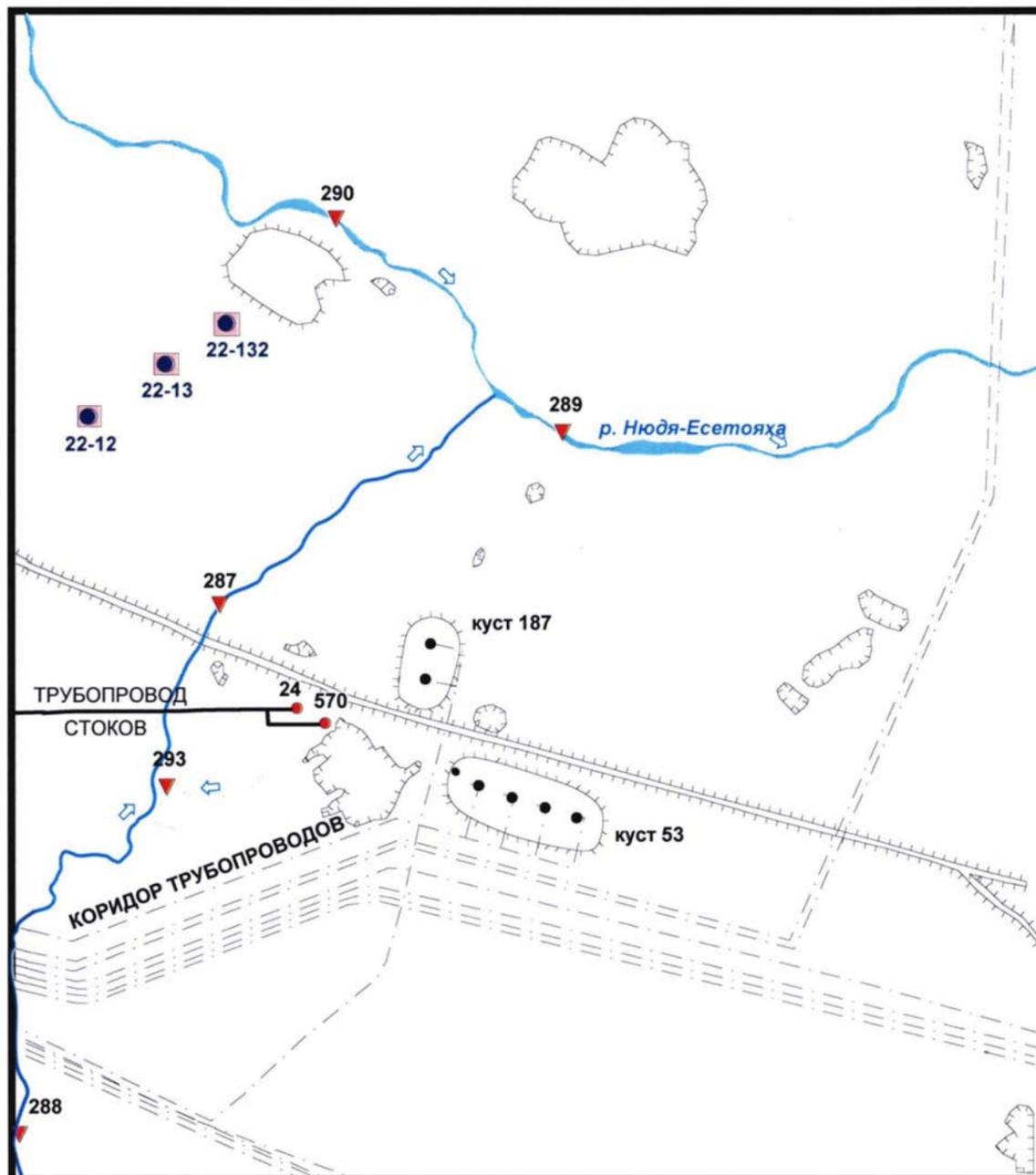


Рис. 12 СХЕМА ПУНКТОВ ОТБОРА ПРОБ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
В РАЙОНЕ УКПГ- 5 УРЕНГОЙСКОГО ГКМ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- | | | | |
|--|------------------------------|--|-------------------------------|
| | - пункт отбора и номер пробы | | - автомобильные дороги |
| | - нагнетательные скважины | | - трубопровод стоков УКПГ-5 |
| | - кусты скважин | | - водозаборные скважины 22-12 |
| | - насыпи | | - карьеры |



Рис. 13 Техногенный ручей на участке нагнетательных скважин УКПГ-5, у т.293.



Рис.14 Техногенный ручей. УКПГ-5

Таблица 12

Трансформация состава почвенно-грунтовых вод в разных зонах ореола загрязнения
(лесотундра Западной Сибири, сточные промышленные воды НГКМ)

Зона ореола загрязнения	Расст. от источника выбросов, м	Анионы			Катионы				SAR	Сухой остаток, мг/л
		мг.экв/100 г			мг.экв/100 г					
		НCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K		
ядро ореола	20	5,42	1,57	0,08	0,8	2,62	7,56	0,31	5,78	623
		331	55	4	16	31	174	12		
средняя часть	80	2,46	9,88	0,08	0,05	0,45	11,3	0,05	22,4	768
		150	340	4	1	5	260	2		
краевая часть	140	0,52	9,84	0,12	0,7	0,8	9,65	0,08	11,2	629
		32	344	6	14	10	222	1		

В предельных случаях в донных отложениях малых водотоков сумма водорастворимых соединений может достигать 2,5-3,5 % (Солнцева, 1998). Трансформированные донные осадки становятся источником вторичного загрязнения природных вод. Здесь налицо процесс техногенного галогенеза почв и вод за счёт поступления в природную среду высоких концентраций воднорастворимых солей (Солнцева, 1988, Кравцов, 2000). Вышеприведённые данные можно дополнить данными автора, полученными на этом же ключевом участке (Кравцов, 1997) (табл. 13, 14).

Таблица 13

Химический состав сточных и загрязнённых природных вод на площадке УКПГ-5
Уренгойского ГКМ (органические загрязнители)

Наименование Точек опробования	Компоненты, мг/л							
	Mn	XПК	нефтепродукты	метанол	ДЭГ	фенол	ПАВ	сухой остаток
Промстоки на выходе с КОС	0,535	640	16,3	32223	408	2,024	0,162	2060
Промстоки после нефтеловушки	0,595	430,5	52,03	18888	218	1,36	0,057	1350
Хоз-бытовые стоки на выходе с КОС	0,8	0,1	0,46	н/об	н/об	0,013	0,024	120
Площадка сброса сточн. вод (болотные воды)	5,35	288,6	6,51	23591	701	0,155	0,027	850
Река в месте выхода сточных вод по техногенн. ручью (250 м от места сброса т 293)	0,118	59	1,02	160	25	0,011	0,017	30
Река до места выхода техногенного ручья	0,068	0,3	0,15	н/об	н/об	0,004	н/об	20

Таблица 14

Химический состав сточных и загрязненных природных вод на площадке УКПГ-5
Уренгойского ГКМ (макрокомпоненты, микрокомпоненты)

Наименование точек опробования	Компоненты, мг/л												
	Cl	SO ₄	HCO ₃	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Fe общ.	B	Al	Zn	Cu
Промстоки на выходе с КОС	1020	9	285,88	6,5	8,5	684	37,8	13,2	14,33	2,425	н/об	н/об	0,008
Промстоки после нефтеловушки	582	6	208,95	6	5	489,6	27	5,2	20,45	3,075	н/об	0,25	н/об
Хоз-бытовые стоки на выходе с КОС	24	4	42,72	7	30	13,2	10,2	4,8	5,2	н/об	н/об	н/об	н/об
Площадка сброса сточных вод (болотные воды)	12	10	271,43	5,5	30	364,8	28,8	8,8	150	0,655	0,04	н/об	н/об
Река в месте выхода сточных вод по техноген. ручью (250 м от места сброса, т 293)	9	1	10,5	0,8	н/об	2,4	3,6	4,4	2,55	н/об	н/об	н/об	н/об
Река до места выхода техногенного ручья	3	н/об	5,74	0,7	н/об	0,48	18	24	1,85	н/об	н/об	н/об	н/об

Кроме кустовых площадок с действующими и законсервированными амбарами-накопителями, содержащими буровые сточные воды, минерализованных сточных вод, в составе которых преобладают хлориды натрия, в техногенном галогенезе участвует сырая нефть, попавшая на поверхность земли в результате аварийных разливов и утечек на нефтепромыслах (ЦПС-1 и ЦПС-2), нефтепроводах (табл. 15). По данным Н.П. Солнцевой (1997,1998) эти аварии приводят к заметному засолению почв при любых даже относительно невысоких концентрациях солей. Пластовые флюиды и промысловые стоки на УНГКП, хотя и содержат невысокие концентрации солей, что определяет относительно небольшой уровень солевого давления, чем на территориях месторождений других регионов, тем не

Таблица 15

Сведения о выбросах нефтепродуктов по объектам НГДУ ДП «Уренгойгазпром» (Путилин, 1995)

Объект	Состав выбросов	Продолжительность, час	Размеры загрязнения, мхм	Дата выброса	Дата обследования	Загрязненная площадь, м ²
1. Факелы на ЦПС-1 (УКПГ-6)	нефть, газ	2	50x50	XII.1993	14.VX.1995	15000
2. Район куста № 11 (ЦПС-1)	Нефть	-	-	1992	14.VIII/1995	7000
3. ЗП-2 куст № 5 (6268) (УКПГ-6)	Нефть	-	-	-	18.VIII.1995	7800
4. ЗП-2 (УКПГ-6)	нефть, вода	1	20x10	XI.1992	18.VIII.1995	3000
5. Район УКПГ-5	товарная нефть	0,5	20x20	IV.1993	19.VIII.1995	25600
6. Район УКПГ-4	товарная нефть	3	10x60	1989	19.VIII.1993	1500
7. Район УКПГ-3	товарная нефть	1	50x20	1992	-	1000
8. УКПГ-3 (пароподог. нефти)	товарная нефть	7,5	-	30.IV.1995	19.VIII.1995	150
9. Куст 115 (УКПГ-11)	жирный газ	4	30x10	1993	11.VIII.1995	13500
10. Куст 14, скв. 6446 (УКПГ)	Нефть, конденсат, газ	5	40x80	1992	14.VIII.1995	Следы
11. Нефтепровод от куста 14 (УКПГ-6)	нефть	-	-	-	14.VIII.1995	1000
12. Район ДНС-6 (УКПГ-6)	товарная нефть	1,5	20x30	X.1993	-	-
13. ЦПС-2 (факелы) (УКПГ-6)	нефть, вода, газ	0,5	30x30	IV.1993	12.VIII.1995	8000
14. Скв. 119 (район УКПГ-3)	нефть	-	-	-	12.VIII.1995	12000
15. Куст № 1н (р-н ЦПС-1)	нефть	-	-	-	14.VIII.1995	15000
16. Куст 9 (р-н ЗП-2) (УКПГ-6)	нефть	-	-	-	18.VIII.1995	3800

менее содержание солей в почвах и почвенно-грунтовых водах относительно естественного природного фона на 1-2 порядка выше. На участках максимальных солевых нагрузок – при многократных выбросах или рассеивании загрязнителя или затруднённости и невозможности их естественного оттока из ландшафтов возникают сильно и очень сильно засоленные модификации почв вплоть до формирования техногенных солончаков.

В сточных водах, формирующихся на УКПГ, кроме водорастворимых солей содержится метанол, диэтиленгликоль, нефтепродукты, фенолы (см. табл. 13). В состав техногенных углеводов входят тетраново-нафтенновые и ароматические углеводороды, а также асфальтены и смолы.

Поступление сточных вод в природные комплексы наиболее часто происходит в результате аварий на очистных сооружениях и поглощающих скважинах (полигонах закачки промстоков).

Относительно слабое солевое давление на ландшафты связано с выбросами неосущенного газа. Состав солей здесь также обусловлен составом пластовых вод (преимущественно хлоридно-натриевым). Хлориды натрия преобладают в составе сырой нефти и конденсатов.

Попадание в природные ландшафты промышленных сточных вод определяют смену химического состава надмерзлотных (болотных и грунтовых вод сезонно-талого слоя), происходит техногенный их метаморфизм (по Тютюновой, 1976, 1987, 2000), на который накладываются ещё и процессы криогенного химического метаморфизма (Кононова, 1973; Анисимова, 1982). Эти процессы на территории УНГКМ изучены слабо. В целом они направлены на перераспределение анионов в почвенно-грунтовых водах в сторону увеличения хлоридов, катионов – в сторону увеличения Mg^{+2} и Na^{+} (Кононова, 1973, Кравцов, 1997, 2000).

Таким образом, попадание в природные ландшафты промышленных стоков определяет смену химического состава почвенных (болотных) и надмерзлотных грунтовых вод. Исходные ультрапресные и пресные гидрокарбонатные кальциевые, магниевые-кальциевые воды приобретают хлоридно-натриевый состав. Содержание Na^{+} в таких водах может достигать 9,65 мг-экв/л, а Cl^{-} - 9,84 мг-экв/л. (Кравцов, 1997, Солнцева, 1998). Происходит замена $Н-Fe$ класса, характерного для фоновых ландшафтов (Перельман, 1975) на $Cl-Na$ и $HCO_3-Cl-Na$. Продвижение загрязнённых почвенно-грунтовых вод в почво-грунтах приводит к дальнейшему увеличению площади засоленных земель. По классификации В.А.Ковды (1946, 1973) на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного промысла формируются разные типы засоленных почв. В основном это хлоридный тип засоления, реже хлоридно-сульфатный. По степени засоления на участках длительного сброса сточных вод сформировались сильно и

среднезасолённые почвы, а местами образуются солончаки с содержанием солей более 1 % в верхних горизонтах (ключевой участок УКПГ-5, Солнцева, 1997).

При загрязнении почвогрунтов УНГКМ нефтью (ЦПС-1, ЦПС-2, участки аварий на нефтепроводах) содержание солей в почвах могут также достигать величин более 1 % от веса почвы практически по всей площади нефтяных загрязнений. Одновременное содержание в почвах высоких концентраций нефти и солей приводит к возникновению специфических форм засоления – битуминозных солончаков и битуминозных средне- и сильнозасолённых почв Cl-Na состава. Общее количество преимущественно хлоридных солей может достигать 19 мг-экв/л на 100 г почвы (1,13 %) (Солнцева, 1998).

При аварийных выбросах неосушенных газов также отмечается засоление почв. Содержание солей в целом не очень высоки, но в отдельных горизонтах они могут достигать 0,9 %, формируя средне- и сильнозасолённые почвы.

Процессы и формы загрязнения почвогрунтов конденсатом изучены слабо. Конденсат попадает в природные ландшафты в результате аварий на разведочных скважинах и конденсатопроводах. Общее содержание водорастворимых солей в почвах, загрязнённых газо-конденсатом может варьировать в пределах 4,0-5,0 мг-экв (0,23-0,35 %), что определяет низкую и среднюю степень засоления почв.

Сжигание газа на факелах (на УКПГ, при испытании скважин на кустовых площадках) также приводит к постепенному накоплению в почвах водорастворимых солей и образованию солевых ореолов загрязнения в сфере влияния факелов.

Широкое распространение на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения техногенно засоленных почв, почво-грунтов безусловно сильно влияет на гидрохимический режим надмерзлотных грунтовых и поверхностных (озер, водотоков) вод и их макрокомпонентный и микрокомпонентный состав. Динамичность водорастворимых солей в условиях гумидного климата приводит к активному выходу солевых компонентов за пределы контура засоленных почвогрунтов, изменению состава надмерзлотных и поверхностных вод вплоть до перехода в другой класс ($\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg} \rightarrow \text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Mg} \rightarrow \text{Cl-Na}$), увеличению их минерализации на 1-2 порядка, обогащению токсичными ингредиентами: полиароматическими углеводородами, Cu, V, Be, Pb, Hg, Cl, Co, As, Ni, Fe, Mn и др. (Пиковский, 1988, Кравцов, 1997, 2000).

Если рассматривать вопросы загрязнения окружающей среды не только с точки зрения состояния природных вод, то можно назвать еще один весьма опасный процесс, инициируемый техногенным засолением почв: это их осолонцевание, то есть практически полная их утрата как полноценного почвенного субстрата, сформированного природой.

По данным Н.П. Солнцевой (1998), Кравцова (1997, 2000) даже одноразовые поступления высоких концентраций водорастворимых солей в почвы вызывают физико-химическое осолонцевание почвенной массы той или иной интенсивности, приводят к глубокой деструкции свойств исходных почв и возбуждению парасолонцевого процесса. Аналогичные явления происходят и при непрерывных внутрисочвенных поступлениях очень слабоминерализованных вод (внешний контур ореола солевого загрязнения (ключевой участок УКПГ-5)). Она также отмечает, что природный потенциал почвообразования гумидных ландшафтов предотвращает типичные для профиля природных солонцов скопления гипсовых и карбонатных новообразований, тем не менее из-за широкого развития глее-болотных процессов внутрисочвенная метаморфизация солевого состава загрязнённых почв приводит к очень заметному увеличению содержания сульфат-иона. Отмечается сходство физико-химических процессов засоления и осолонцевания почво-грунтов в разных природно-климатических зонах: засушливых с избыточной теплообеспеченностью и наоборот – увлажненных с недостаточной теплообеспеченностью (Кравцов, 1976), хотя в первом случае идут процессы континентального преимущественно сульфатного засоления почво-грунтов при избыточном поливе пресными водами и прогрессирующем подъеме уровня грунтовых вод до критических значений (1,5-2,0 м), во втором – выраженное техногенное хлоридно-сульфатное засоление сверху.

С течением времени под влиянием атмосферных осадков и почвенно-грунтовых вод, поступающих из сопредельных природных комплексов, происходит разбавление почвенных растворов. Это в свою очередь вызывает трансформацию состава солей в почвах. Формируются вторичные ореолы.

В результате сброса различных по составу техногенных потоков и процессов внутрисочвенной метаморфизации солей в почвах УНГКМ кроме хлоридно-натриевого, формируются следующие типы засоления (Солнцева, Садов, 1997).

По составу анионов – а) хлоридное (преобладает на первых этапах сброса техногенных потоков), б) хлоридно-гидрокарбонатное и хлоридно-сульфатное. По составу катионов: а) натриевое, б) кальциево-натриевое, в) магниево-кальциево-натриевое. Последнее соотношение катионов указывает и на наличие криогенного метаморфизма почвенных вод.

Наибольшие остаточные концентрации водорастворимых солей наблюдаются в торфяных почвах минерализующихся торфяных массивов, что определяется высокой солеёмкостью торфов и очень слабой водоотдачей торфяных массивов. Органогенные (торфяные) почво-грунты являются не только водо-, но и солерегуляторами природных ландшафтов, однако пределы такого регулирования не ясны.

Таким образом в целом поступление в природные ландшафты техногенных потоков приводит к трансформации основных геохимических свойств почв и надмерзлотных вод: почвенного поглощающего комплекса, щелочно-кислотных условий, содержания и распределения по почвенному профилю органического углерода и др. Возникающие изменения в почво-грунтах и грунтовых надмерзлотных водах всегда отрицательны для состояния природных систем. Возможности самовосстановления в большинстве случаев проблематичны. Отдалённые следствия не ясны.

3.4. Поверхностные воды

Реки Уренгойского месторождения относятся к бассейну реки Пур. По многолетним наблюдениям Омским УГМС воды крупных рек района месторождения (р.р. Надым, Пур, Таз) относятся к гидрокарбонатному типу с малой минерализацией (до 200 мг/л). Изменение общей минерализации в течение года незначительно, максимальное ее значение отмечается к концу зимней межени. Основным ионом во все периоды является HCO_3 , составляющий в среднем около 70% минерализации (табл. 16).

Ленинградским гидрометеорологическим институтом в августе 1979 года были проведены полевые исследования в южной части Уренгойского месторождения. В районе УКПГ-1-3 было отобрано 10 проб на общий анализ из рек Ево-Яха, Нера-Яха, Марелова-Яха и небольших озер. Химанализ показал, что все воды хлоридные: натриево-кальциевые в озерах и натриево-магниевые в реках с минерализацией от 350 до 1540 мг/л, содержание иона хлора составляло 192-873 мг/л (Ярославцев, Афанасьев, 1985).

Это было связано с залповыми выбросами сточных вод на поверхность и в пойму реки (Марелова-Яха и др.) на период опробования.

Начиная с 1980 года ТюменНИИгипрогаз эпизодически проводит изучение химического состава поверхностных вод Уренгойского месторождения.

За 1983 г., который можно отнести к начальному этапу эксплуатации месторождения, были отобраны пробы воды, по которым можно судить о химическом составе поверхностных вод в тот период (табл. 17).

Все реки района УКПГ-1-9 в тот период за исключением Седе-Яхи характеризовались гидрокарбонатным составом анионов, катионный состав преимущественно магниевый-кальциевый. Повышенная минерализация хлоридных магниевых вод Седе-Яхи была связана с загрязнением сточными водами в тот период, когда поглощающие скважины для утилизации стоков только вводились в эксплуатацию.

Воды рек всего района обогащены кремнекислотой, содержание которой меняется незначительно, составляя в среднем 15 мг/л. Содержание кремнекислоты в озерных водах редко превышает 5 мг/л, но в отдельных случаях сравнима с ее концентрацией в речных водах.

Железо было обнаружено в 67% всех проб. Повышенное содержание его отмечается в болотных водах (до 10 мг/л) и в водах небольших озер с болотным питанием (до 5,4 мг/л). Содержание железа в речных водах в районе УКПГ-1-4 не превышало 0,5 мг/л, а севернее этой зоны значительно больше, достигая 5 мг/л (река Нгарка-Есета-Яха в районе водозабора УКПГ-7, июнь 1982 года). Повышенное содержание железа в водах рек севернее УКПГ-4 объясняется тем, что эти реки большей частью протекают в основном по заболоченной территории, сложенной салехардскими отложениями. Озера изучаемого района преимущественно термокарстового происхождения площадью меньше одного км². Связь их с реками осуществляется в период половодья. По химическому составу воды озер гидрокарбонатные магниевые-кальциевые.

Для района УКПГ-5 характерна также повышенная минерализация озерных вод, которая более чем в два раза превышает минерализацию в реке Нюдя-Есета-Яха.

Помимо естественных факторов на формирование химического состава поверхностных вод оказывает влияние и антропогенное загрязнение. Наиболее яркий пример – озеро в ста метрах на восток от водозабора УКПГ-2, загрязненное хлористым кальцием, содержание кальция и хлора в котором больше чем на порядок превышает концентрацию этих элементов в соседних озерах, связанных с ним в период половодья (см. табл. 17).

Состав поверхностных речных вод северной части месторождения (УКПГ-15) по данным исследований, выполненных ВСЕГИНГЕО в 1976 году сульфатно-гидрокарбонатный, натриево-кальциевый, натриевый. Для этого района характерно широкое распространение сульфат-иона в поверхностных водах, содержание которого достигает 29 мг/л. Преобладающим катионом является натрий. Воды озер гидрокарбонатно-хлоридные (сульфатные) натриево-кальциевые (Ярославцев, Афанасьев, 1985). Появление сульфат-иона связано в основном с изменениями мерзлотно-гидрогеологических условий: здесь отсутствуют межмерзлотные воды, сохраняются воды подрусовых таликов небольшой мощности (10-20 м), больше сказывается влияние криогенного метаморфизма на формирование химического состава надмерзлотных вод и вод подрусовых таликов (Анисимова, 1973). По данным химических анализов проб из поверхностных вод района месторождения (рек, озер, р. Пур, Таз) за период 1960-1975, 1978-2000 г.г на рис. П.7-П.14 показано содержание основных макрокомпонентов: HCO₃, Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, Fe, pH в малых реках, озерах, крупных реках (Пур, Таз). Общий анализ их распределения показывает следующее (табл. 18).

Таблица 17

Результаты гидрохимических показателей поверхностных вод территории
Уренгойского месторождения (1983 г.)

Место отбра	Дата отбора	рН	Минерализация, мг/л	Содержание основных компонентов: мг/л, мг-экв/л, %-экв.												H ₄ SiO ₄ мг/л	J, мг/л
				Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	MH ₄ ⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
УКПГ-2 озеро в 100 м на восток от водозабора	11.07.83	6,15	44,67	24,11 0,68 89,47	н/об	4,88 0,08 10,53	н/об	н/об	1,10 0,03 4,23	0,60 0,03 4,23	1,46 0,12 16,90	10,62 0,53 74,64	н/опр	н/опр		1,90	н/об
УКПГ-2 озеров 150 м на юг от водозабора	13.07.83	6,0	13,73	2,13 0,06 42,86	н/об	4,88 0,08 57,14	н/об	н/об	0,60 0,01 3,70	2,40 0,10 37,04	1,22 0,10 37,04	0,80 0,04 14,82	0,20 0,01 3,70	н/об	0,30 0,01 3,70	1,20	н/об
УКПГ-2 озеро около факела	11.07.83	5,95	10,17	1,42 0,04 40,00	н/об	3,66 0,06 60,00	н/об	н/об	сл.	0,70 0,03 18,75	1,09 0,09 56,25	0,80 0,04 25,00	н/опр	н/опр	н/опр	2,50	н/об
УКПГ-5 р.Нюдя-Есета-Яха	19.07.83	6,95	33,77	1,77 0,05 25,00	н/об	9,15 0,15 75,00	н/об	н/об	0,30 0,01 2,22	2,15 0,09 20,00	1,95 0,16 35,56	2,20 0,11 24,44	0,40 0,02 13,33	н/об	1,25 0,06 13,33	14,60	н/об
УКПГ-6 р.Нгарка-Есета-Яха	20.07.83	6,65	23,95	1,42 0,04 28,57	н/об	6,10 0,10 71,43	н/об	н/об	сл.	1,40 0,06 16,67	2,43 0,20 55,56	1,60 0,08 22,22	н/об	н/об	0,50 0,02 5,56	10,50	н/об
УКПГ-7 р.Нгарка-Есета-Яха	21.07.83	7,12	30,41	1,42	н/об	4,88 0,08 66,67	н/об	н/об	сл.	1,6 0,07 20,59	0,61 0,05 14,71	1,80 0,09 26,47	н/об	н/об	2,40 0,13 38,24	17,70	н/об
УКПГ-1 р.Ево-Яха после слияния с р.Седе-Яха	26.07.83	7,07	32,09	2,13 0,06 37,50	н/об	6,10 0,10 62,50	н/об	н/об	0,45 0,01 2,17	1,65 0,07 15,22	3,16 0,26 56,52	2,00 0,10 21,74	н/об	н/об	0,50 0,02 4,35	16,10	н/об

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
р. Варенга-Яха 50 м ниже моста (г.Н.Уренгой)	26.07.83	7,10	24,58	2,13 0,06 37,50	н/об	6,10 0,10 62,50	н/об	н/об	0,40 0,01 2,70	2,30 0,10 27,03	1,95 0,16 43,24	1,60 0,08 21,62	н/об	н/об	0,50 0,02 5,41	9,60	н/об
р.Седе-Яха около гост. "Русь" (г.Н.Уренгой)	27.07.83	7,20	69,36	11,35 0,32 45,71	н/об	18,31 0,30 42,86	н/об	0,35 0,08 11,43	3,45 0,09 7,50	8,75 0,38 31,67	3,04 0,25 20,83	6,21 0,31 25,83	3,00 0,16 13,33	н/об	0,30 0,01 0,83	14,60	н/об
р. Ево-Яха 50м ниже моста (г.Н.Уренгой)	27.07.83	6,81	23,95	1,42 0,04 44,44	н/об	3,05 0,05 55,56	н/об	н/об	0,30 0,01 3,57	1,40 0,06 21,43	1,58 0,13 46,43	1,40 0,07 25,00	н/об	н/об	0,30 0,01 3,57	14,50	н/об

Примечание: Вг, В, Ва в пробах не обнаружены.

Таблица 18

Статистические показатели химического состава поверхностных вод
района Уренгойского месторождения

		pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	Na	Mg	Ca	Fe
М. реки	n	85.000	85.000	81.000	87.000	86.000	83.000	88.000	69.000
	хср	6.427	4.287	1.559	9.063	1.675	1.845	2.329	2.215
	СКО	0.571	4.388	1.404	5.889	2.006	0.982	1.583	2.079
	0.950	0.004	0.030	0.010	0.040	0.014	0.007	0.011	0.016
	V	0.089	1.023	0.900	0.650	1.197	0.532	0.680	0.939
	M	6.470	3.00	1.700	8.500	1.040	1.800	2.00	1.700
Озера	n	64.000	65.000	67.000	70.000	66.000	64.000	64.000	67.000
	хср	5.849	5.744	1.335	8.251	1.663	1.505	1.549	1.193
	СКО	0.577	3.597	1.130	4.611	1.523	0.927	1.068	0.756
	0.950	0.005	0.028	0.009	0.035	0.012	0.007	0.008	0.006
	V	0.099	0.626	0.846	0.559	0.916	0.616	0.690	0.634
	M	5.900	4.200	1.100	7.300	1.050	1.235	1.320	1.100
Кр. реки	n	7.000	17.000	17.000	16.00	19.000	18.000	17.000	8.000
	хср	6.693	2.589	2.065	31.508	2.129	2.672	5.671	0.306
	СКО	0.134	0.816	1.134	14.341	2.205	1.546	2.252	0.490
	0.950	0.003	0.012	0.017	0.225	0.032	0.023	0.034	0.011
	V	0.020	0.315	0.549	0.455	0.035	0.579	0.397	1.601
	M	6.600	2.840	2.000	31.090	1.800	2.400	5.000	0.000

Гидрокарбонат-ион. Самый распространенный анион, дающий основной удельный вес в величине общей минерализации. Среднее значение и среднее медианное значение концентраций соответственно: для малых рек 9,63 мг/л, 8,5 мг/л, для озер – 8,2 мг/л, 7,3 мг/л, для р.р. Пур, Таз – 31,5 мг/л, 31,09 мг/л. Пиковые значения (до 220- 260 мг/л) на малых реках и озерах связаны с загрязнением промышленными сточными водами. Общая тенденция: увеличение концентрации за счет процессов выщелачивания от верховьев рек к низовью общего водосбора (р. Пур).

Хлор-ион. Анион, показывающий характер и степень загрязнения природных вод. Среднее значение концентрации и среднее медианное значения: для малых рек 4,29 мг/л, 3,0 мг/л; для озер – 5,74 мг/л, 4,2 мг/л; для крупных рек – 2,58 мг/л, 2,8 мг/л. Здесь наблюдается обратная тенденция: изменение концентрации хлор-иона от верховьев к низовьям общего водосбора и к накоплению в озерах. Пиковые (аномальные) значения CL , значительно превышающие общий фон, связаны с локальными техногенными загрязнениями.

Сульфат-ион. Этот анион является в основном показателем криогенного метаморфизма природных вод. Среднее значение и среднее медианное значения: для малых рек 1,56 мг/л, 1,7 мг/л; для озер – 1,33 мг/л, 1,1 мг/л; для крупных рек – 2,06 мг/л, 2,0 мг/л. Наблюдается общее увеличение концентрации от верховьев к низовьям крупных рек. Аномальные концентрации аниона появляются чаще всего на участках выраженного криогенного метаморфизма, реже на участках загрязнения буровыми сточными водами или на участках криогенно-техногенного метаморфизма почв и грунтовых вод.

Кальций-ион. Также как и HCO_3 образуется в основном за счет процессов выщелачивания горных пород дренируемыми водами (надмерзлотными, межмерзлотными). Среднее и среднемедианное значения: для малых рек – 2,39 мг/л, 2,0 мг/л; для озер – 1,55 мг/л, 1,32 мг/л; для крупных рек – 5,67 мг/л, 5,0 мг/л. Так же выражена тенденция увеличения концентрации катиона к низовьям рек. Повышенные значения концентраций связаны в основном с загрязнениями буровыми сточными водами. Это не относится к крупным рекам (Пур, Таз).

Магний-ион. Образуется в природных водах за счет процессов выщелачивания и криогенного метаморфизма грунтовых вод. Среднее и среднемедианное значения концентраций: для малых рек – 1,84 мг/л, 1,8 мг/л; для озер – 1,5 мг/л, 1,32 мг/л; для крупных рек – 2,67 мг/л, 2,4 мг/л. Аномальные значения связаны с участками техногенного загрязнения и техногенно-криогенного метаморфизма.

Натрий-ион. Приходит с атмосферными водами, образуется в результате обменных процессов в системе порода-вода, а также в результате процессов криогенного метаморфизма грунтовых вод. Среднее и среднемедианное значения концентраций: для малых рек – 1,67

мг/л, 1,04 мг/л; для озер – 1,66 мг/л, 1,05 мг/л; для крупных рек – 2,13 мг/л, 1,8 мг/л. Аномальные значения связаны только с техногенными загрязнениями. Фоновые значения очень низкие 0,5-1,0 мг/л.

Железо общее. Формируется в основном в болотных комплексах, меньше в результате взаимодействия в системе порода-вода в межмерзлотных и надмерзлотных (в подрусловых и подозерных таликах) водоносных горизонтах. Весомую долю в его формировании играет техногенное загрязнение промышленными сточными водами и техногенный метаморфизм (Гютюнова, 2000). Среднее и среднемедианное значения концентраций: для малых рек – 2,2 мг/л, 1,7 мг/л; для озер – 1,19 мг/л, 1,1 мг/л; для крупных рек – 0,30 мг/л, 0,0 мг/л. Очень высокие аномальные значения концентраций общего железа связаны с техногенным загрязнением и техногенным метаморфизмом.

Реакция вод (рН). Для малых рек характерна в среднем слабокислая близкая к нейтральной реакция, для озер – кислая, для крупных рек – нейтральная реакция.

Такова в целом обобщенная картина химического состава поверхностных вод для территории района месторождения: левобережной части бассейна р. Пур, которая, если судить по макрокомпонентному составу, выглядит достаточно благополучной, хотя и сглаженной. Загрязнение идет в бассейнах малых рек и озер и фиксируется в виде аномальных значений HCO_3 , Cl , Na , Ca , высоких концентраций нефтепродуктов, фенолов, реже тяжелых металлов, окисляемости, метанола (табл. П.8 – П.10). Это достаточно полно отслеживается при обследовании и опробовании отдельных ключевых участков в более короткие временные промежутки (табл. П.11). По данным И.М. Романовой (2000) речные воды на участках Пур-Уренгой (индекс загрязнения вод по Cu , NH_4 , Fe , фенолу – 7,9), Седе-Яха-Н.Уренгой – 6,9 при значениях коэффициента антропогенной нагрузки для этих участков 0,8-0,9 оцениваются как очень грязные. Наша оценка речных, а также озерных вод по месторождению изменяется в пределах от загрязненных до очень грязных. Наиболее загрязнена южная часть Уренгойского НГКП (УКПГ –1АС – УКПГ-2) – р.р. Марелова-Яха, Седе-Яха, Ево-Яха, Тамчару-Яха – в целом реки здесь очень грязные, а реки Тамчару-Яха и Марелова-Яха на участках наибольшей антропогенной нагрузки (промзона г. Н.Уренгой; УКПГ-1 АС) можно отнести к чрезвычайно грязным.

На рассматриваемый период они имеют гидрокарбонатный магниевый кальциевый состав при средней минерализации 47,8 мг/л (таблица 19). По содержанию основных компонентов (Cl , SO_4 , HCO_3 , K , Na , Ca , Mg), минерализации - воды удовлетворяют соответствующим требованиям. Не обнаружены или не превышают ПДК: содержания нитратных форм азота, ДЭ-Га, СПАВ, показатели рН, общая жесткость.

Таблица 19

**Гидрогеохимические показатели поверхностных вод
Уренгойского месторождения в 1990-1995 гг.**

Показатели	кол-во анализов	min	max	среднее	ПДК РХ мг/л
pH	71	4,6	7,5	6,2	-
Минерализация, мг/л	71	8,95	450,2	47,88	-
Cl, мг/л	71	1,42	68,06	8,69	300
SO ₄ , мг/л	64	0	50,2	3,00	100
HCO ₃ , мг/л	71	2,44	254,45	19,83	-
CO ₃ , мг/л	71	0	0	0	-
NO ₂ , мг/л	31	0	0,39	0,021	40
NO ₃ , мг/л	50	0	2,0	0,541	0,08
NH ₄ , мг/л	12	0	2,0	0,675	0,5
K, мг/л	71	0	2,4	0,494	50
Na, мг/л	71	0,2	97,5	5,43	120
Ca, мг/л	70	0,2	17,64	2,52	180
Mg, мг/л	70	0,12	41,83	3,705	40
Fe _{общее} , мг/л	58	0,26	64,0	4,047	0,05
Общая жесткость, мг-экв/л	1			1,14	-
Окисляемость, мгО ₂ /л	16	3,04	52,18	16,70	-
J, мкг/л	2	0	0	0	0,2
B, мкг/л	2	0,08	0,1	0,09	0,1
Bг, мкг/л	2	0	0	0	0,2
Ва, мкг/л	2	0	0	0	2,0
Pb, мкг/л	22	0	0,042	0,018	0,1
Mo, мкг/л	2	0,0025	0,005	0,00375	0,0012
Cd, мкг/л	2	0	0	0	0,005
Mn, мкг/л	39	0	16,0	0,651	0,01
Cr, мкг/л	2	0,7	0,7	0,7	10,0
Cr, мкг/л	2	0	0	0	0,02
Co ⁺⁶ , мкг/л	2	0	0	0	0,01
Ni, мкг/л	2	0	0	0	0,01
Cu, мкг/л	2	0	0	0	0,001
Zn, мкг/л	2	0,01	0,01	0,01	0,01
Нефтепродукты, мг/л	28	0	2,6	0,6	0,05
Фенолы	2	0	4,0	2,0	0,001
Метанол, мг/л	14	11,7	75,0	1,22	0,1
СПАВ, мг/л	12	0,06	0,12	0,09	0,01
ДЭГ, мг/л	8	0	0	0	-
Бензол, мг.л/‰	14	0	0	0	-
Толуол, мг.л/‰	10	0	1,14	0,173	-
Э-бензол, мг.л/‰	10	0	0,08	0,016	-
О-ксилол, мг.л/‰	10	0	0,009	0,0016	-
П-кумол	10	0	0	0	-

Почти повсеместно превышает ПДК содержание в водах железа общего (в среднем в 13,5 раз).

В 70% проб воды, отобранных в рассматриваемый период из рек и озер месторождения, обнаружены нефтепродукты в количествах, превышающих ПДК для хозяйственных вод и рыбохозяйственных водоемов. В целом ряде проб обнаружен метанол, часто в количествах, превышающих или равных ПДК; его максимальное содержание (р.Нюдя-Есетояха) составило 75 мг/л. В районах большинства УКПГ определены повышенные величины окисляемости, достигающие 10-52 мгО₂/л.

Содержание в водах нормируемых тяжелых металлов: свинца (кроме одной пробы из р.Нерха-Яха), никеля, молибдена, кадмия, стронция, хрома, кобальта, меди, бериллия, цинка - не превышает ПДК. Единственным микроэлементом, который почти повсеместно присутствует в водах в концентрациях превышающих ПДК в среднем в 6,5 раз является марганец, что характерно для всего региона Западной Сибири. (Московченко, 1996).

Высокая степень загрязнения характерна для проб воды, отобранных из р. Хадуттэ в районе водозабора, в которых обнаружены фенолы и нефтепродукты в количествах, достигающих соответственно 0,7 и 4 мг/л при максимальной для месторождения величине окисляемости. Согласно заключению ГЦГСЭН от 24.05.94 речная вода особенно в зимний период не соответствует ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Правила выбора и оценка качества" и ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" по запаху, привкусу, мутности, окисляемости, содержаниям аммиака, железа, меди и бактериологическим показателям.

Анализ гидрохимических данных за 1990, 1994 и 1995 гг. по зонам УКПГ (без учета аварийных сбросов загрязнений) показал следующее (табл. 20). Средние концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах района УКПГ-1АС-10, превышают ПДК (в 2-7 раз) и колеблются в небольших пределах (от 0,09 до 0,35 мг/л). В более северных районах месторождения эти концентрации достигают (0,96 и 1,6 мг/л). Для большинства зон УКПГ-1АС-10 характерны относительно небольшие средние содержания метанола, меньше ПДК (УКПГ-7,8) или превышающие ее в 2-4 раза (УКПГ-1-4,10). В зонах УКПГ-1АС, 5, 6, 9 это превышение составляет от 7 до 23 раз(Каменев, Цацульников, 1998).

В 1983 г. было выявлено техногенное загрязнение поверхностных вод на месторождении, в его южной части, исходя из наличия в водах нефтепродуктов. Более поздними исследованиями оно подтверждено достаточно высокими концентрациями не только нефтепродуктов, но и метанола, отчасти фенолов и наличием в водах СПАВ.

В настоящее время загрязнением охвачена большая часть территории месторождения и, согласно имеющимся данным, около 70% водных объектов.

Таблица 20

Обобщенная характеристика загрязнения нефтепродуктами и метанолом поверхностных вод Уренгойского месторождения по зонам УКПГ
(по данным за 1990, 1994 и 1995 гг.)

УКПГ	Содержание, мг/л от-до		УКПГ	Содержание, мг/л от-до	
	сред.(кол-во опред.)			сред.(кол-во опред.)	
	нефте- продуктов	метанола		нефте- продуктов	метанола
1АС	до 0,8 0,27(9)	до 19 2,3(9)	7	до 0,66 0,16(8)	до 0,13 0,05(5)
1	до 0,8 0,35(8)	до 0,13 0,24(7)	8	до 1,2 0,18(11)	до 0,19 0,05(9)
2	до 0,68 0,19(10)	до 0,79 0,28(9)	9	до 0,9 0,3(6)	до 1,9 0,7(5)
3	до 0,78 0,25(7)	до 1,8 0,39(7)	10	до 0,81 0,09(11)	до 1 0,3(11)
4	до 0,46 0,13(5)	до 1,95 0,41(5)	11-13	до 2,4 0,96(7)	н/оп
5	до 0,1 0,25(11)	до 11 1,7(9)	15	до 2,6 1,6(5)	“-“
6	до 0,36 0,19(4)	до 6,3 1,8(4)			

Отдельные участки месторождения различаются по степени загрязнения. Наибольшие средние содержания в водах нефтепродуктов характерны для зон УКПГ-11-13,15, а метанола - для зон УКПГ-1АС, 15, 6. На периферийных участках (близ контура газоносности) воды загрязнены заметно меньше, чем в центральной части месторождения.

Наибольшее техногенное загрязнение характерно для водосборов рек Евояха, Нюдя-Есетояха и Табьяха, особенно для Нгарка-Тангалова правобережного притока р.Табьяха. К более благополучным в экологическом отношении можно отнести реки Сидеюттэ (бассейн р.Хадуттэ), Малый Ямсовей (у южного контура месторождения) и Нгарка-Есетояха. Практически во всех обследованных озерах в пределах контура месторождения обнаружено содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК, что свидетельствует о более низком, по сравнению с реками, потенциале самоочищения озерных вод (Каменев, Цацульников, 1998).

У контура месторождения в реках по специфическим загрязняющим веществам (нефтепродукты, ДЭГ, метанол) экологическая обстановка более благоприятная.

В пробах воды из рек Паровы-Хадуттэ, Есетаяха-Тарка, Евояха, Лямбаяха, Нгарка-Тангалова, отдельные озера и ручьи наблюдаются повышенные содержания ионов аммония, что свидетельствует о загрязнении этих водных объектов бытовыми стоками. В то же время содержания нитритов и нитратов невелики, то есть процесс естественного самоочищения в

водоемах замедлен или практически не идет. Отмечено загрязнение водных объектов СПА-Ваши, концентрация которых часто значительно превышает ПДК (в 14-47 раз).

Содержание тяжелых металлов, за исключением марганца и цинка, в поверхностных водах не превышает ПДК.

Состояние снежного покрова в районе Уренгойского месторождения оценивается относительно удовлетворительным (Боброва, Камышев, 1998, Каменев, Цацунников, 1998). (табл. П.1 - П.3).

По данным автора с площадок кустов скважин идет достаточно интенсивное загрязнение почвы и природных вод, нефтепродуктами в процессе бурения, испытания, ремонта скважин. В таблице 21 приведено содержание растворенных в воде нефтепродуктов в единицах ПДК по пробам взятым в накопителях (точки под номером 1) и за пределами кустовых площадок (расстояние от амбара в м).

Таблица 21

Содержание нефтепродуктов в единицах ПДК РХ
в точках геохимического опробования

Номера точек геохимического опробования	Номера кустовых площадок									
	Действующие амбары-накопители					Законсервированные амбары-накопители				
	59	61	243	230	743	170	1207	8Н	16Н	43
1	168,2 амбар	290 амбар	2394 амбар	117,8 амбар	122,4 амбар	2,8 амбар	-	-	4,8 амбар	24,0 амбар
2	17,4 (35 м)	11 (35 м)	4,6 (50 м)	8,4 (15 м)	45,8 (20 м)	66,2 (20 м)	40,0 (51 м)	8,0 (50 м)	-	-
3	1,2 (80 м)	5,2 (85 м)	32,6 (120 м)	2,2 (50,0 м)	4,4 (110 м)	22,4 (70 м)	-	-	-	-
4	12,2 (25 м)	6,2 (180 м)	0,8 (200 м)	1,8 (30 м)	3,0 (280 м)	15,6 (60 м)	-	-	-	-
5	0,6 (980 м)	5,2 (60 м)	1,4 (975 м)	1,8 (85 м)	199,6 (60 м)	1,0 (200 м)	-	-	-	-

При большом количестве кустовых площадок (около 500) и плотном их размещении на площади газонефтеконденсатных месторождений загрязнение нефтепродуктами окружающей природной среды является опасным для рыбохозяйственных водоемов и почв (Кравцов, 1999, 2000).

Наличие нефтепродуктов, железа общего, марганца, повышенные значения окисляемости характерны не только для озер и участков рек, расположенных вблизи от промышленных объектов, но и для тех, которые находятся близ контура газоносности месторождения или за ним и принимаемых в качестве фоновых. Особенно наглядно этот факт подтверждается результатами обследований вод р. Хадуттэ, где выше водозабора какие-либо объекты добычи углеводородов отсутствуют. Это позволяет сделать вывод и о природном происхождении повышенных концентраций этих загрязняющих веществ.

3.5. Межмерзлотные воды

Этот тип вод является основным и практически единственным источником для хозяйственно-питьевого водоснабжения технологических объектов и селитебных зон УНГКП. Межмерзлотные воды формируются в зоне активного водообмена, гидравлически тесно связаны с поверхностными речными и озерными водами, а в местах распространения таликов с грунтовыми и надмерзлотными почвенно-грунтовыми водами. Сложные мерзлотно-гидрогеологические условия определяют в целом достаточно сложную гидрогеохимическую обстановку межмерзлотного водоносного горизонта. В естественных ненарушенных условиях изменения химического состава межмерзлотных вод в направлении фильтрационного потока очень слабые, касаются в основном минерализации при сравнительно стабильном компонентном составе, представленном в основном гидрокарбонатами кальция, магния. Далее по потоку прослеживается повышение (с 5 до 10% экв) содержания хлора или сульфата (в зависимости от литолого-минерального состава пород). Существенным источником компонентного состава вод являются атмосферные осадки (через надмерзлотные и поверхностные воды). Поступающие с ними компоненты составляют 10-20% вещественного состава подземных вод, но главный источник состава – породы (Питьева, 1999, Волохова, 2000).

Среди регионально распространенных подземных надмерзлотных и межмерзлотных вод локально могут развиты воды особого состава, которые формируются под влиянием процессов криогенного метаморфизма (вымораживания) (Анисимова, 1973; Кононова, 1973; Питьева, 1999). В результате процессов вымораживания в водах вместо слаборастворимых соединений накапливаются более растворимые, и пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды преобразуются в хлоридные натриевые, сульфатные натриевые, часто смешанные по компонентному составу. Повышенные концентрации сульфата и хлора в водах обусловлены их концентрированием в ходе вымораживания.

На формирование химического состава межмерзлотных вод очень сильно влияют процессы техногенного метаморфизма в результате загрязнения промышленными сточными водами (Тютюнова, 1976, 1987, 2000) и в меньшей степени в процессе эксплуатации водозаборов подземных вод, как будет показано ниже.

3.5.1. Особенности формирования химического состава межмерзлотного водоносного горизонта отложений некрасовской серии.

Водоносный горизонт отложений некрасовской серии был вскрыт на территории месторождения и городе Новый Уренгой 400 разведочно-эксплуатационными гидрогеологическими скважинами. Он является основным продуктивным горизонтом в районах УКПГ-1-7. Мощность горизонта изменяется от 13 м до 89 м (см. рис. 6). При этом идет закономерное уменьшение его мощности с юга на север. Кровлей служат преимущественно мерзлые супесчаные четвертичные отложения. На отдельных залесенных участках перекрывающие четвертичные отложения находятся в талом состоянии. Подошвой горизонта служат неоднородные глинистые отложения тавдинской свиты. Водоносный горизонт напорный. Статические уровни отмечались на глубинах от 1 м до 18,9 м. Водоносный горизонт характеризуется неравномерной водообильностью скважин от 96 м³/сут до 1920 м³/сут. Водопроницаемость горизонта, рассчитанная по данным кустовых откачек на водозаборах УКПГ, изменяется от 1630 м²/сут до 454 м²/сут. Прослеживается уменьшение значений водопроницаемости с юга на север, что связано с уменьшением мощности водоносного горизонта. Исключение составляет район водозабора УКПГ-2 (южная часть месторождения), где значения водопроницаемости составляет 530 м²/сут. Это вызвано литологической неоднородностью отложений некрасовской серии и ухудшением коллекторских свойств пород на данном участке.

Минерализация подземных вод по данным опробования в 1977-1995 г.г. изменялась от 6 до 149 мг/л в среднем составляя 42 мг/л, (табл. П.12, П.13, П.15). Наиболее низкая минерализация (в среднем 22-35 мг/л) отмечалась в районах УКПГ-1,3,7. Аномально высокие (79-149 мг/л) отмечаются в скважинах, расположенных вблизи границ многолетнемерзлых пород на участках УКПГ 8, 9, 10, что указывает на криогенное повышение минерализации (Анисимова, 1973, 1982). Об этом также говорит преобладание в водах этих скважин катиона натрия. Сезонное изменение минерализации по результатам первичного опробования скважин отмечались практически на всех участках распространения водоносного горизонта. Наблюдается уменьшение ее в летний период. Преобладающим катионом по результатам зимних анализов является кальций, а по летним – магний. По летним определениям химический состав подземных вод очень близок к составу поверхностных: речных и озерных вод.

Содержание кремнекислоты изменялось от 4,3 мг/л до 78,0 мг/л, в среднем составляя 34 мг/л. Минимальные ее содержания, составляющие в среднем 20-23 мг/л, отмечались в районах УКПГ-1,7, а максимальные (38-42 мг/л) в районе УКПГ-1а, 1, 2. Растворимые соединения кремния образуются, главным образом, в процессе выветривания пород при гидролитическом расщеплении силикатов и жизнедеятельности микроорганизмов. Наличие боль-

ших количеств кислоты, гуминовых и фульвокислот, жирных карбоновых кислот, фенолов, сероводорода, генерируемых органическим веществом в кайнозойских-верхнемеловых осадках ледово-гумидной зоны обуславливает активное течение реакций гидролиза алюмосиликатов водовмещающих пород, углекислотного и кислого органического выветривания в зоне гипергенеза, усиливающего вынос из пород и обогащение подземных вод мономолекулярным кремнеземом $\text{Si}(\text{OH})_4$, а также бикарбонатами Fe^{2+} , Mn , Cu , Co , Ni , Mg , Ca , Sr , K , Na , Ba . Сероводородное выветривание приводит к дополнительному выносу Si , Fe^{2+} (Смоленцев, 1991).

Повышенные фон кремнезема в подземных водах месторождения может обуславливаться наличием глинистых опоквидных горизонтов в палеогеновых отложениях, залегающих неглубоко и выходящих местами на поверхность. Эти кремнистые образования наиболее легко подвергаются гидролитическому расщеплению. Количество кремнекислоты в подземных водах зоны активного водообмена зависит также и от климатических факторов (Анисимова, 1982). Дождевые и талые воды кремния не содержат. В большинстве опробованных озер содержание кремнекислоты очень незначительное до 4-5 мг/л, а в некоторых вообще отсутствует, но встречаются озера в районе УКПГ-4,5 где содержание кремнекислоты достигает 18,7 мг/л, что может свидетельствовать о наличии их тесной гидравлической связи с подземными водами. В водах рек Седе-Яха, Ево-Яха, Нюдя-Есета-Яха результаты анализов в зимнюю и летнюю межень показали, что содержание кремнекислоты достигает 22 мг/л. Ее источником могут быть только подземные воды. Максимальное ее содержание определяется в зимнюю межень. По величине концентрации водородных ионов (рН) воды горизонта преимущественно слабокислые (рН=6,2-6,8).

Определение статических уровней на водозаборах УКПГ-1-7 в период эксплуатации водозаборов и сопоставление их с уровнями, полученными на период бурения скважин, показали, что в процессе эксплуатации водозаборов не происходит сработки напоров. Это свидетельствует о достаточном восполнении запасов подземных вод. Сезонные изменения напоров не превышают 1,5-2 м. (Ярославцев, Афанасьев, 1985).

Питание горизонта происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках, где отсутствует первый слой многолетнемерзлых пород, инфильтрации вод непромерзающих рек, а также за счет вод подозерных и подрусовых таликов. Разгрузка водоносного горизонта происходит в основном за счет дренирования речной сетью. Основной областью разгрузки является долина р. Пур.

3.5.2. Гидрогеохимическая характеристика и качество подземных вод межмерзлотного водоносного горизонта в начальный период освоения Уренгойского месторождения.

Гидрогеохимическая характеристика подземных вод дана по результатам химанализов, полученных при первичном опробовании гидрогеологических разведочно-эксплуатационных скважин, пробуренных у кустов газовых скважин, водозаборах УКПГ, на территории города Новый Уренгой с 1977 по 1983 год, а также химанализов проб воды, отобранных в процессе эксплуатации водозаборов УКПГ-1-9 сотрудниками ТюменНИИгазпрогаза. Всего было использовано 217 химанализов (Ярославцев, Афанасьев, 1985). Подземные воды, вскрытые в районах УКПГ-1-7, относятся в основном к ультрапресным, а в районах УКПГ-8-10 к пресным. Минерализация по результатам летнего опробования в среднем на 10 мг/л ниже, чем по зимним. По химическому составу воды гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные. По катионному составу воды кальциевые, магниевые и натриевые (табл. П.12, П.15). В районах УКПГ-1А-7 преобладающими катионами являются кальций и магний (в 86% всех проб), а в районах УКПГ-8-10 – натрий (в 60% проб). Катионный состав претерпевает и сезонные изменения: так, в районах УКПГ-1АС – 7 в зимний период преобладающим катионом является кальций, а в летний – магний; в районах УКПГ-8-10 существенного изменения состава вод не происходит и преобладающим катионом в летний и зимний периоды является натрий.

По величине концентрации водородных ионов (рН), изменяющейся в пределах от 4,8 подземные воды продуктивных горизонтов характеризуются в основном как слабокислые, нейтральные и слабощелочные. В районах УКПГ-1-7 они преимущественно слабокислые, а в районах УКПГ-8-10 нейтральные и слабощелочные.

Содержание кремниевой кислоты изменяется от 4,3 мг/л до 78 мг/л УКПГ-9, в среднем составляя 37 мг/л. Максимальные значения ее наблюдались в районах УКПГ-9-10.

Из микрокомпонентов в подземных водах встречаются бром, бор, фтор, медь, цинк, марганец, мышьяк, иод, кобальт, кадмий, свинец, стронций (табл. П.14, П.16). Содержание брома достигает 30 мг/л, бора 0,7 мг/л, фтора 0,35 мг/л, цинка 0,03 мг/л, меди 0,05 мг/л, мышьяка 0,013 мг/л, иода 0,25 мг/л.

Общая жесткость подземных вод изменялась от 0,14 до 1,1 мг-экв./л, воды очень мягкие.

Из компонентов, показателей загрязнения, присутствуют нефтепродукты и фенолы.

В марте-апреле 1983 года на водозаборах УКПГ-2,3,5,6 сотрудниками ТюменНИИгазпрогаза и ТИИ были отобраны пробы воды для определения нефтепродуктов. Содержание их изменялось от 0,012 до 0,1 мг/л. В июле-августе и декабре этого же года были отобраны

пробы воды из 18 скважин на водозаборах УКПГ-1-9. Нефтепродукты были обнаружены во всех пробах, содержание их изменялось от 0,15 до 0,88 мг/л, при этом только на водозаборах УКПГ-1 и 4 не превышало предельно допустимое значение, которое составляет 0,3 мг/л. Отмечено повышенное содержания железа и низкое содержание фтора (Афанасьев, Каменев, Коношко, 1987).

Содержание большинства компонентов в подземных водах не превышало предельно допустимые концентрации (Ярославцев, 1985). По данным баканализов коли-титр по всем пробам был больше 333.

Анализ приведенных данных показывает незначительное техногенное загрязнение подземных вод межмерзлотного водоносного горизонта отложений некрасовской серии в начальный период освоения Уренгойского месторождения (см. табл. П.12, П.15, П.16). Это может с одной стороны определяться достаточной защищенностью подземных вод экраном многолетнемерзлых пород, а с другой относительно небольшим сроком эксплуатации (5 лет) промысла.

3.5.3. Химический состав межмерзлотных вод в период 1994-1995 г.г., 1999-2001 гг.

В этот период выполнялись в основном эпизодические обследования водозаборных скважин на газопромыслах (УКПГ) Уренгойского месторождения. Результаты этих обследований в сравнении с результатами первичного опробования приведены в табл. П.13, П.16., обобщенные показатели за 1994-95 гг. – в табл. 22.

Отмечается также как и при первичном опробовании увеличение минерализации вод с юга на север, увеличение содержания хлор-иона в южной части месторождения, (УКПГ 1-5) и на Табьяхинском водозаборе (рис. П. 26, П. 27) появление метанола до концентраций, превышающих ПДК, формирование здесь гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридных вод (по анионному составу), кальциевых, кальциево-магниевых по катионному составу, что указывает на техногенный метаморфизм на фоне низкой минерализации вод, увеличение общего железа (УКПГ-1), появление метанола на севере месторождения (УКПГ-9), достаточно высокий фон нефтяного загрязнения (0,05-6,9 мг/л), иногда превышающего ПДК для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Из микрокомпонентов отмечается повышенное содержание в водах Mn, Zn, Cu, Cd, V, Br, в основном не превышающее ПДК, кроме участков сильного техногенного загрязнения (водозабор УКПГ-1).

В период 1996-2001 гг. площадного опробования межмерзлотного водоносного горизонта на Уренгойском месторождении не проводилось. Выполнялось эпизодическое опробование подземных вод на отдельных водозаборах газопромыслов (УКПГ-1АС, УКПГ-1,

**Гидрохимические показатели межмерзлотных вод
Уренгойского месторождения в 1994-1995 гг.**

Показатели	кол-во анализов	min	max	среднее
pH	27	6	8	6,6
Минерализация, мг/л	27	9,34	192,53	
Cl, мг/л	27	1,06	10,28	3,77
SO ₄ , мг/л	27	1,3	11,2	5,45
HCO ₃ , мг/л	27	4,88	143,4	33,54
CO ₃ , мг/л	27	0,15	0,6	0,41
NO ₂ , мг/л	15	0	0	0
NO ₃ , мг/л	15	в 1 пробе		1,8
NH ₄ , мг/л	27	0,1	2,0	0,64
K, мг/л	27	0,2	2,9	0,73
Na, мг/л	27	0,2	32,6	4,83
Ca, мг/л	27	0,2	9,62	3,22
Mg, мг/л	27	0,12	7,3	2,69
Fe _{общее} , мг/л	27	0,16	9,0	3,27
Окисляемость, мгО ₂ /л	19	0,53	5,86	2,234
B, мкг/л	15	0,03	0,26	0,09
Br, мкг/л	15	в 2 пробах		по 0,55
Ba, мкг/л	15	0	0	0
Pb, мкг/л	15	в 4 пробах		по 0,012
Mo, мкг/л	15	0,0025	0,005	0,0048
Cd, мкг/л	15	0	0	0
Mn, мкг/л	15	0,052	0,63	0,265
Sr, мкг/л	15	0,2	0,8	0,473
Cr, мкг/л	15	0	0	0
Co, мкг/л	15	0,019	0,088	0,065
Ni, мкг/л	15	в 2 пробах		по 0,075
Cu, мкг/л	15	0,003	0,042	0,011
Zn, мкг/л	15	0,005	0,17	0,031
Нефтепродукты, мг/л	14	0,05	3,16	0,739
Фенолы	22	2	8,8	4,78
Метанол, мг/л	22	0,3	4	3,3
СПАВ, мг/л	12	0,06	0,12	0,09
ДЭГ, мг/л	22	0	0	0

УКПГ –4 и 5), которое показало наличие сильнейшего техногенного загрязнения на участке УКПГ-1, повышенное содержание фенолов, Be, Co, Cd в водозаборных скважинах УКПГ-1А, 4 и 5 (Кравцов, 2000, 2001).

Следует отметить явно недостаточное опробование подземных межмерзлотных вод на месторождении и особенно по микрокомпонентному составу токсичных ингредиентов: Cd, Be, Co, Hg, полиароматических углеводородов и др., по которым более определенно и уверенно можно выявлять техногенное загрязнение подземных вод продуктивных водоносных горизонтов, содержащих ультрапресные воды, в которых макрокомпонентное загрязнение значительно запаздывает во времени и по площади водоносного горизонта.

Основное негативное воздействие на пресные подземные воды связано с проникновением загрязняющих веществ из поверхностных водоемов и грунтов в межмерзлотные водоносные горизонты по таликам.

Гидрогеохимические исследования на водозаборах Уренгойского месторождения проводились ТюменНИИгипрогазом в три основных этапа: в 1976-1986 гг., 1990-1995 гг. и в 1999-2001 гг. (см. табл. П. 12-П. 13, П. 16).

На первом этапе в подземных водах нефтепродукты в концентрациях, как правило, превышающих ПДК, были обнаружены на всех обследованных водозаборах (УКПГ-1-10). В пробах с водозабора УКПГ-7 были обнаружены фенолы (0,6 мг/л); там же отмечено и максимальное содержание нефтепродуктов (6,9 мг/л). Исследования, проведенные в 1983 г., показали, что содержание нефтепродуктов в подземных водах УКПГ-2 возросло с 0,04-0,1 мг/л в апреле до 0,28-0,4 мг/л в июле, что может свидетельствовать об увеличении загрязнения межмерзлотных горизонтов в летний период за счет поверхностных вод.

На втором этапе содержания нефтепродуктов, превышающие превышение ПДК, зафиксированы на водозаборах УКПГ-1,8,9,10 и на Табьяхинском водозаборе. На последнем отмечено и максимальное содержание нефтепродуктов, равное 3,16 мг/л (см. табл. П. 13). В 1994-2000 гг. в пробах подземных вод определялся метанол, обнаруженный в скважинах УКПГ-1 (больше ПДК) и УКПГ-9 (0,3 мг/л). Заметное загрязнение подземных вод фенолами (до 2-4 мг/л) выявлено на скважинах УКПГ-3,4 и Табьяхинского водозабора.

Загрязнение подземных вод нефтепродуктами, метанолом и фенолами были обнаружены в 1994-2000 гг. на девяти из 11 обследованных водозаборов (исключение составляют водозаборы УКПГ-5 и 6). Расширялся ареол загрязнения.

Указанные водозаборы, кроме Табьяхинского, расположены в непосредственной близости от УКПГ. Однако гидрогеохимические данные по поверхностным водоемам, с одной стороны, и Табьяхинскому водозабору, с другой стороны, свидетельствуют о возможно-

сти техногенного загрязнения межмерзлотных водоносных горизонтов и на других участках месторождения.

Водозаборными скважинами, расположенными на УКПГ-8, 9, вскрыты и эксплуатируются водоносные горизонты тавдинской свиты и некрасовской серии.

По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые. Минерализация вод изменяется от 23,5 мг/л до 103,7 мг/л. В весенний период минерализация ниже.

Водоносные горизонт некрасовской серии каптируется водозаборными скважинами, пробуренными в пределах УКПГ-1-7, а также городским водозабором. По химическому составу воды в основном гидрокарбонатные кальциевые, магниевые. Минерализация вод водоносного горизонта некрасовской серии изменяется в широких пределах от 14,4 мг/л до 111,3 мг/л. В осенне-весенний период наблюдается понижение минерализации. По величине концентрации водородных ионов (рН) воды имеют в основном слабокислую и нейтральную реакции, реже слабощелочную (см. табл. П.2 – П.3).

В водах горизонта повсеместно присутствует железо, часто превышая ПДК.

Из микрокомпонентов в водоносном горизонте некрасовской серии встречаются Мо – (скв. 3 УКПГ - 4, скв. 1 УКПГ-6, скв. 3 УКПГ-7), Zп – повсеместно, Си – (скв. 3 УКПГ-1, скв. 1 УКПГ-6), Рь (скв. 1 УКПГ-6); в отдельных скважинах отмечены Cd, Sr, В, Вг и I. Содержание микрокомпонентов в основном не превышает предельно-допустимых концентраций и удовлетворяет требованиям ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая».

Из органических загрязнителей отмечено присутствие нефтепродуктов.

По своим физическим свойствам подземная вода, кроме УКПГ-1, 5, где имеется сильный запах сероводорода, удовлетворяет требованиям ГОСТа.

При анализе проб воды, отобранных из водозаборных скважин, находящихся на территории свинокомплекса (г. Новый Уренгой) отмечено присутствие ионов аммония, железа и нефтепродуктов.

В 1994-1995 гг., в 1999-2001 гг. в пробах подземных вод определялся метанол, обнаруженный в скважинах УКПГ-1 (больше ПДК) и УКПГ-9 (0,3 мг/л). Заметное загрязнение подземных вод фенолами (до 2-4 мг/л) выявлено на скважинах УКПГ-3,4 городского и Табьихинского водозабора. Все водозаборы, кроме Табьихинского и городского, расположены в непосредственной близости от УКПГ. Гидрохимические данные по поверхностным водоемам, с одной стороны, и Табьихинскому водозабору – с другой, свидетельствуют о возможности загрязнения межмерзлотных водоносных горизонтов и на других участках месторождения. Загрязнение городского водозабора (г. Новый Уренгой) идет в основном со стороны промзоны (фенолы, нефтепродукты, Со, Cd, Ве).

В целом концентрации основного загрязняющего вещества – нефтепродуктов – в подземных водах заметно ниже, чем в поверхностных, что можно признать вполне естественным, если учесть фильтрацию при поступлении поверхностных вод в подземные горизонты.

Дать оценку загрязнения подземных вод отложений альб-сеноманского горизонта на участках захоронения промстоков в настоящее время достаточно сложно из-за отсутствия мониторинга этих вод. Радиусы зон загрязнения поглощающего горизонта на 1.07.94 для полигонов захоронения промстоков УКПГ составляют 100-260 м. Результаты замеров текущих пластовых давлений, выполняемых ПО «Уренгойгазпром» в поглощающих скважинах, свидетельствуют, что закачка промстоков не оказывает заметного влияния на динамику подошвенных вод сеноманских залежей (Севостьянов, 1993).

3.5.3. Техногенное загрязнение межмерзлотных вод

Этот процесс был выявлен при исследовании влияния техногенных объектов: промплощадки УКПГ-1, полигона захоронения промышленных сточных вод (скв. 21п, 20п), свалки твердых бытовых отходов (рис. 15-17) на качество подземных вод, отбираемых для хозяйственных, а затем только для технических нужд УКПГ-1, которое резко ухудшилось за последние 5-7 лет. При этом выяснилось, что в зонах воздействия промышленных сточных вод на межмерзлотный водоносный горизонт формирование хлоридного состава межмерзлотных подземных вод происходит в течение 1-2 лет (Кравцов, Цацульников, 2002). Пробы воды, отобранные из водозаборных скважин, находящихся в зоне влияния одного из источников локального воздействия в интервале 7 лет показали прогрессирующий рост минерализации, увеличения концентрации ионов хлора, натрия, кальция, гидрокарбоната, магния, общего железа, окисляемости (табл.23). Химический состав воды из скважин водозабора полностью отражает химический состав промышленных сточных вод по макрокомпонентному и микрокомпонентному составу, кроме того в подземных водах проявляется метанол в концентрациях, превышающих ПДК (2,7-10,3 ПДК ХП) (см. табл. 23). В основном идет процесс разбавления попавших в водоносный горизонт стоков, вторичные геохимические реакции катионного обмена ($Na \rightarrow Ca$), образование комплексных соединений трехвалентного железа, микроэлементов, увеличение кислотности смешанных вод (рН сточных вод 7,7-8,0, природных – 6,9-7,0, смешанных 6,3-4,8), при этом вода приобретает сильную агрессивность (Николадзе, 1987). Насосное оборудование водозаборных скважин, попавших в зону загрязнения сточными водами, выходит из строя через 1-2 месяца работы. В условиях островного распространения многолетнемерзлых пород, являющихся защитным экраном для вод межмерзлотного водоносного горизонта, его загрязнение происходит в основном через таликовые окна,

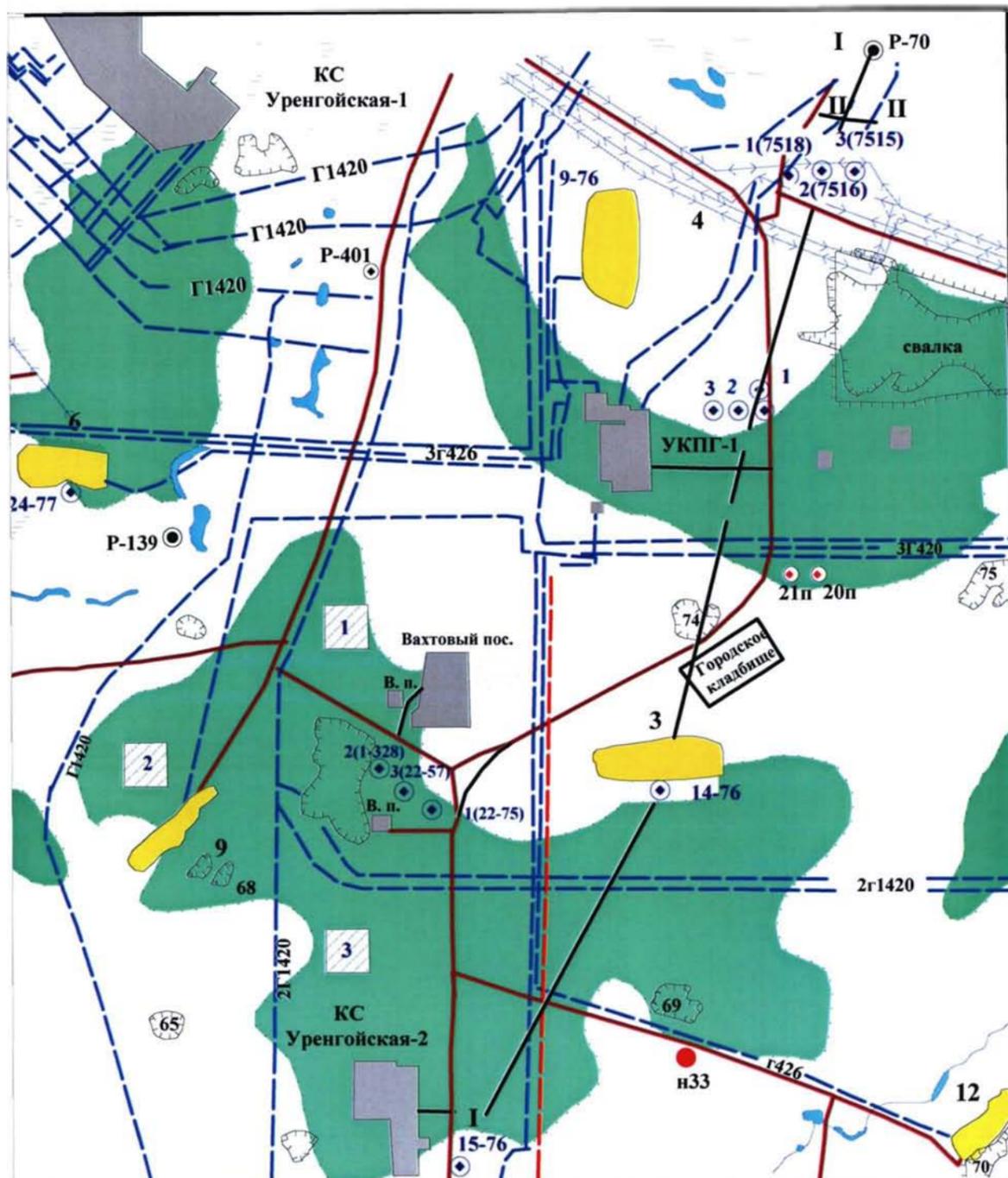
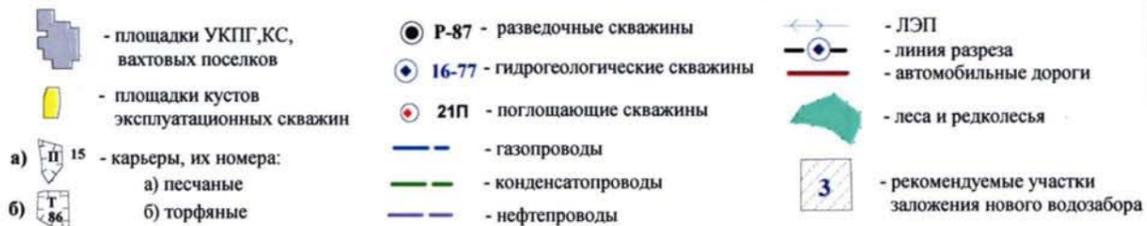


Рис. 15 Схема расположения техногенных объектов и водозаборов на участке УКПГ-1 Уренгойского месторождения



ЮЗ

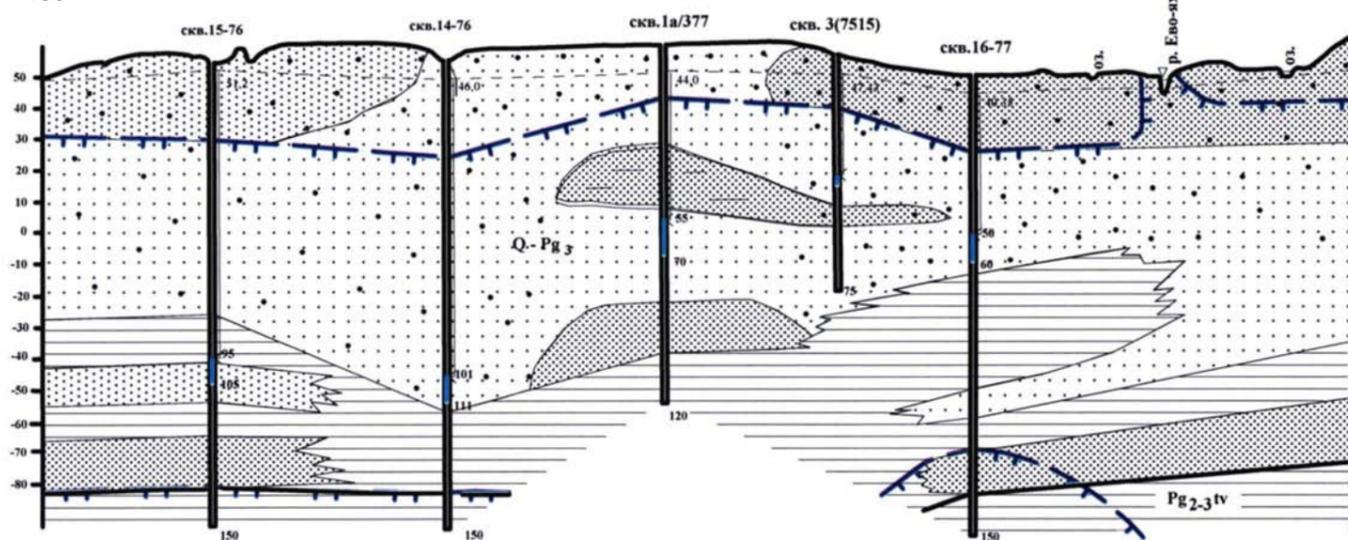


Рис.16 Схематический мерзлотно - гидрогеологический разрез по линии I - I (УКПГ - 1)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Pg 2-3 tv - отложения тавдинской свиты

Q - Pg 3 - нерасчлененные отложения некрасовской серии и четвертичные

- глина

- песок глинистый

- песок мелкозернистый

- песок среднезернистый

- песок разномзернистый

- гравий, галька

- стратиграфическая граница

- литологическая граница

- граница многолетнемерзлых пород

скв. 16-77

40.35 - гидрогеологическая скважина :
вверху её номер и абс. отм устья в м;
стрелка - статический уровень
пьезометрического напора с абс.отм. в м,
у фильтра - интервал заложения в м,
у забоя скв. - её глубина в м.

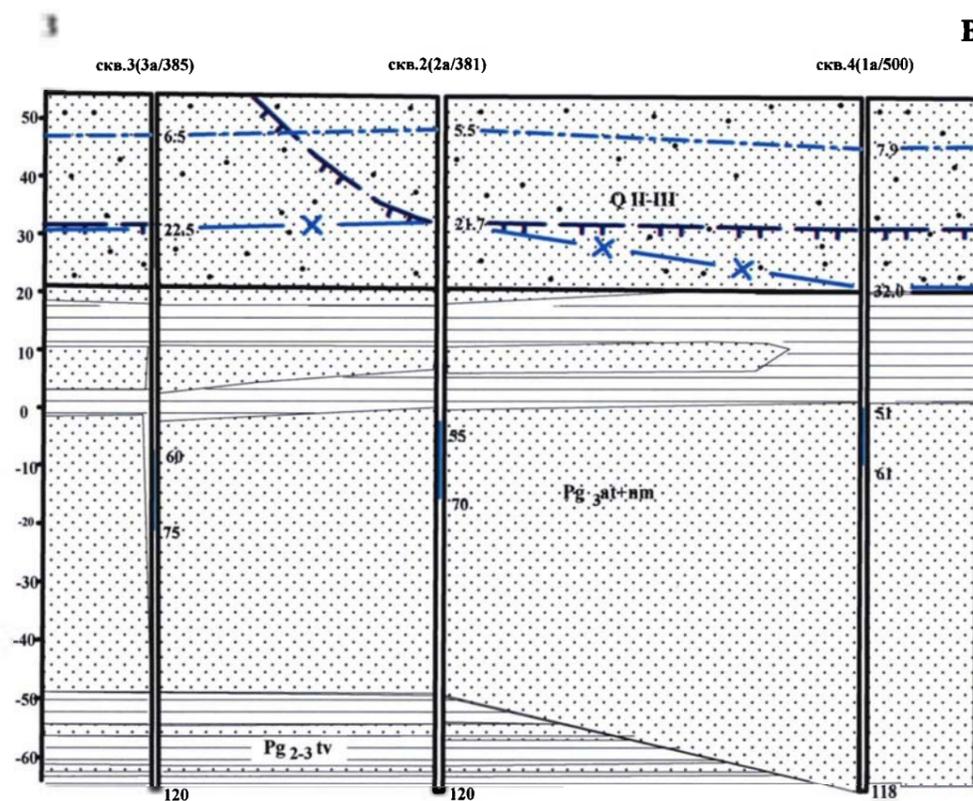


Рис.17 Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез участка водозабора УКПГ-1 по линии III-III (новый водозабор)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| - нерасчлененные четвертичные отложения | - литологические границы |
| - нерасчлененные палеогеновые отложения атлым-новомихайловской свиты | - граница многолетнемерзлых пород |
| - палеогеновые отложения тавдинской свиты | - статический уровень |
| - глины | - динамический уровень |
| - суглинки | скв.3(3а/385) |
| - пески | - скважина, её номер и глубина |
| - гравий, галька | 120 |
| - граница геолого-генетических комплексов | 56 |
| | 66 - глубина заложения фильтра |

Таблица 23

Результаты химических анализов проб подземных и сточных вод на участке УКНГ-1, 1А, УКНГ-5 Уренгойского месторождения

Место отбора	Дата отбора	Мут-ность, мг/дм ³	Цвет-ность, град.	рН	Сухой остаток, мг/дм ³	Минерализация, мг/дм ³	Общая жестк., ммоль/дм ³	Содержание основных компонентов: мг/дм ³ , мг-экв/дм ³														Окис-литель-ность, мг/дм ³	Органич. загрязнители, мг/дм ³			
								Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	Si ⁴⁺	SiO ₂	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺ +NH ₃	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe _{зав.}		Нефте-продук-ты	Метанол	Фено-лы	АПВ
УКНГ, скв. 3 водоотбор	18.06.1995	0,52	10,1	6,9	н.опр.	56,7	0,15	10,28 0,29 48	7,4 0,15 24	10,37 0,17 28	н.об. <8,00	3	7,5	<0,01	<0,50	н.об.	0,3 0,01 2	0,6 0,03 7	4,61 0,23 52	2,07 0,17 39	8,8	0,3	0,44	8,8	н.об.	<0,015
УКНГ, скв. 4 водоотбор	18.06.1995	0,71	12	7	н.опр.	39,4	0,11	8,51 0,24 49	7,4 0,15 31	6,1 0,1 20	н.опр. <8,00	3,1	7,7	<0,01	<0,50	н.об.	0,3 0,01 2	0,6 0,03 7	2,4 0,12 30	2,92 0,24 60	3,46	0,42	1,36	7,5	<0,001	<0,015
УКНГ, скв. 4, водоотбор	05.09.2000	0,63	11,2	6,3	145	88,16	0,87	30	<2,0	5,49	<8,0	4	8,1	<0,01	<0,50	0,7	1,15	3,56	10	4,48	15,7	6,56	<0,10	33,8	0,005	<0,015
УКНГ-1, скв. 4 водоотбор	05.04.2001	0,49	10,9	4,8	171	112,04	1,15	43,5 1,23	1,37 0,03	14,77 0,24	<8,00	3,9	8,3	<0,01	<0,50	0,25 0,01	1,49 0,04	2,23 0,1	14,2	4,8	17,5	5,84	0,09	22,7	0,005	<0,015
Скв. 1 (22-75) вахтовый поселок КС	05.04.2001	11,37	14,7	7	14	29,4	0,09	0,5 0,01	1,65 0,03	6,44 0,11	<8,00	3,6	7,7	<0,01	1,013	0,09 0,01	0,49 0,01	0,25 0,01	0,9	0,2	2,8	0,32	0,07	н.об.	0,0010	<0,015
Сточные воды после флотатора УКНГ-1А	05.09.2000	н.опр.	н.опр.	8	1892	1845,1	2,17	994	<2,00	363	<8,0	3,5	5,8	<0,01	<0,10	72	6,09	507	33,7	6	23,5	56	16,3	36200	5,19	<0,015
Сточные воды после флотатора УКНГ-1	28.08.2001	н.опр.	н.опр.	6,7	5854	3708	7,0	3311 93,6	<2,0	174,85 2,07	отс.	4,15	8,9	<0,01	<0,5	3,01 0,17	21,15 0,54	0,6 0,03	96,0 4,79	26,4 2,17	66	300	50	7833	0,109	
Сточные воды после флотатора УКНГ-5	27.08.2001	н.опр.	н.опр.	6,7	1853	1330,9	3,6	843 23,8	4,94 0,10	243,3 3,99	отс.	7,3	15,5	<0,01	<0,5	2,76 0,15	21,1 0,54	95,6 4,16	63,7 3,18	5,15 0,42	35,0	632,0	62,0	59054,0	2,1	<0,015
УКНГ-5 водоотбор скв.22-71	27.08.2001	0,57	10,4	5,5	25,5	22,5	<0,1	<2,0	5,21	<10,0	отс.	6,5	14	<0,01	<0,5	0,13 0,01	0,3 0,01	0,7 0,03	0,79 0,04	0,35 0,03	1,0	0,64	0,54	<0,01	<0,001	<0,015

сложенные разнородными песками с примесью гравия и гальки. Отмечается относительно невысокое содержание нефтепродуктов в смешанных водах (0,07-1,36 мг/л), что можно объяснить сорбирующим влиянием пород зоны аэрации и показателем загрязнения «сверху».

Влияние свалок твердых бытовых отходов, находящихся вблизи участков водозаборов подземных вод, на формирование химического состава вод незначительно. Химический анализ проб надмерзлотных подземных вод ниже ядра свалки показал очень низкую минерализацию вод и состав, идентичный составу атмосферных осадков (Камышеви др., 2000).

По Ф.И. Тютюновой (1983) такое загрязнение межмерзлотных подземных вод переходит в техногенную метаморфизацию подземных вод зоны интенсивного водообмена, которое идет в системе «подземные воды – водоносные породы – техногенные осадки». Как видно из приведённых данных (табл.23) техногенная метаморфизация проходит в направлении замещения гидрокарбонат ионов хлорид-ионами. Она характеризуется высокими скоростями: переход метаморфизованных подземных вод из одного химического класса в другой осуществляется за 1-1,5 года. В нашем случае гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды переходят в класс хлоридно-гидрокарбонатных кальциево-магниевых, а затем гидрокарбонатно-хлоридных, натриевых (за исходную фоновую взята проба воды из скважины 1 вахтового поселка КС – (см. табл.23). Основными физико-химическими процессами техногенной метаморфизации вод являются процессы комплексообразования, осаждения, растворения, окисления-восстановления, сорбции, техногенного метасоматозе. В целом по Ф.И. Тютюновой техногенная метаморфизация приводит к нарушению природной гидрогеохимической зональности, что выражается (в нашем случае): 1) в повышении минерализации подземных вод; 2) формировании хлоридного класса вод вне контактов с галогенными формациями; 3) значительном повышении содержания большинства микрокомпонентов, общего железа, окисляемости (см. табл.23,24). По данным этого же автора техногенная метаморфизация подземных вод сопровождается возрастанием комплексных соединений макрокомпонентов в 1,5-2 раза, микрокомпонентов в 20 раз и более, что и отмечается в нашем случае (табл. 14 сравнить скв.1 вахт. поселка и скв. 1 и 4 водозабора УКПГ-1).

Обращает на себя внимание резкое увеличение концентрации и превышение ПДК в загрязненных межмерзлотных водах на участке УКПГ-1 относительно сточных и незагрязненных межмерзлотных вод микроэлементов Co (3 ПДК ХП), Ni (1,8) Be (45), Mn (8,2). При этом Cd, Be, Co относят к высокопатологичным элементам в ряду Hg (21) > Ba (20 > Co 19) > Te (17) > Be (14) ~ Cd (14). В скобках указано количество типов патологий (Иванов, 1994).

Повышенные концентрации Be в окружающей среде (в том числе и водной) могут вызывать онкологические заболевания у человека. По данным НИИ канцерогенеза онкологического центра РАМН принятые в настоящее время ПДК для Be (0,2 мкг/л) не обеспечи-

Результаты химических анализов проб подземных и сточных вод на участках УКПГ-1, УКПГ-4, УКПГ-5
Уренгойского месторождения

Место отбора	Дата отбора	Микрокомпоненты / мг/л																
		Cu	Zn	Mn*	Pb	Cd*	Co*	Ni*	Cr	B	Mo	F	Al	A ₅	P	Be*	Sr	Se
Скв.1 (22-75) вахт.поселок КС водозабор	5.04.01	2,17	18,33	37,8	<0,5	0,285	8,92	11,99	1,61	0,009	<0,2	0,019	0,127	0,0004	0,02	0,848*	<0,2	<0,2
Скв.4, УКПГ-1 водозабор	5.04.01	2,44	43,15	820,4*	<0,5	0,095	300*,45	182,99*	2,31	0,048	<0,2	1,010	0,237	0,0002	0,02	*9,120	<0,2	<0,2
Скв.1 УКПГ-4 водозабор	6.04.01	2,32	38,2	775,5	<0,5	1,314	0,46	2,08	0,97	0,013	0,74	0,047	0,019	0,0009	0,17	0,023	<0,2	<0,2
Скв.4 УКПГ-5 Водозабор)	6.04.01	0,63	1,51	210,5	<0,5	0,026	0,94	0,92	1,18	0,002	<0,2	0,016	0,041	0,0002	0,12	0,180	<0,2	<0,2
УКПГ-5 Сточные Воды после флотатора	6.04.01	322,98	41,85	301,6	3,61	0,091	1,15	8,41	6,03	0,108	2,30	0,453	0,497	0,0011	0,1	0,163	0,3	<0,2
ПДК ХП РХ		<u>1000,0</u> 1,0	<u>1000,0</u> 10,0	<u>100,0</u> 10,0	<u>30,0</u> 10,0	<u>1,0</u> 5,0	<u>100,0</u> 5,0	<u>100,0</u> 10,0	<u>50,0</u> 20,0	<u>500,0</u> 500,0	<u>50,0</u> 1,2	<u>1500,0</u> 50,0	<u>500,0</u> 40,0	<u>50,0</u> 50,0	<u>3500</u> 100	<u>0,2</u> 0,3	<u>7000,0</u> 10000,0	<u>10,0</u> 1,6

вают полной безопасности. Невысокие концентрации Be, Co, Ni, определенные в сточных промышленных водах (УКПГ-5), относительно концентраций в загрязненных водах межмерзлотного водоносного горизонта можно объяснить отсутствием точных методик для определения микрокомпонентов в сточных водах, которые занижают их содержание в стоках во много раз.

Площадь загрязнения межмерзлотного водоносного горизонта составляет от 3 до 5 км², возможно, и более. Загрязнение идет от источника преимущественно по потоку подземных вод, дренируемых в местную гидрографическую сеть (р. Ево-Яха).

В настоящее время стоит вопрос о срочном устранении такого источника загрязнения с целью обезопасить соседние водозаборы, находящиеся в 1,5-2,5 км от него, и очистке водоносного горизонта от загрязненных вод. Предположительно утечка сточных вод в водоносный горизонт идет от нефтеловушки УКПГ-1, заглубленной в талый грунт на 5 м или с полигона захоронения промстоков.

3.5.4. Химический состав и режим межмерзлотных и поверхностных вод на участке Новоуренгойского водозабора

Длительная эксплуатация Новоуренгойского водозабора (более 20 лет) весьма показательна с точки зрения формирования химического состава подземных вод в условиях нарушенного гидродинамического и гидрохимического режима межмерзлотного водоносного горизонта в районе островного распространения многолетнемерзлых (Пилипенко, 1991, Кравцов, Цацульников, Путилин, 1999) (рис. 18,19).

Строительство водозабора началось в 1979 году (Малеванный, 1985). В 1980 году на водозаборе было построено и оборудовано 27 скважин глубиной до 150 м, что обеспечивало 50 % нужд города в то время (12 тыс.м³/сут).

В 1982г. Тюменская комплексная геолого-разведочная экспедиция Главтюменьгеологии завершает детальную разведку подземных вод для первой очереди водоснабжения г.Новый Уренгой с подсчетом запасов подземных вод на участке действующего водозабора (Медеяев, 1983). Для подсчета запасов были использованы также материалы режимных наблюдений Усть-Балыкской гидрогеологической партии, гидрологические работы Ленинградского гидрометеорологического института, выполнявшиеся в 1978-79г.г., материалы гидрогеологических исследований Харьковского госуниверситета, выполненные в 1982 году (Терещенко, 1982)..

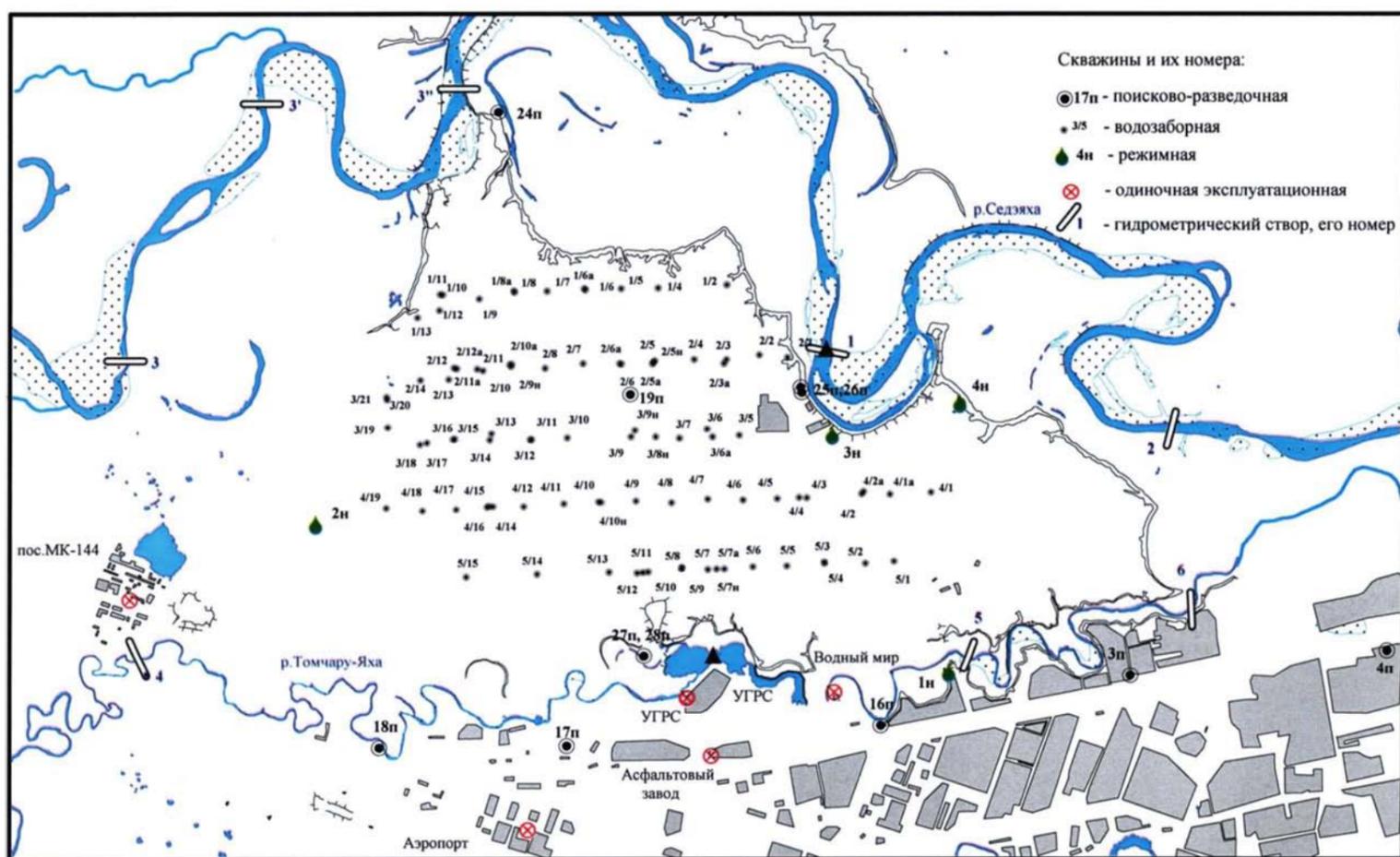


Рис.18 Обзорная карта района Новоуренгойского водозабора

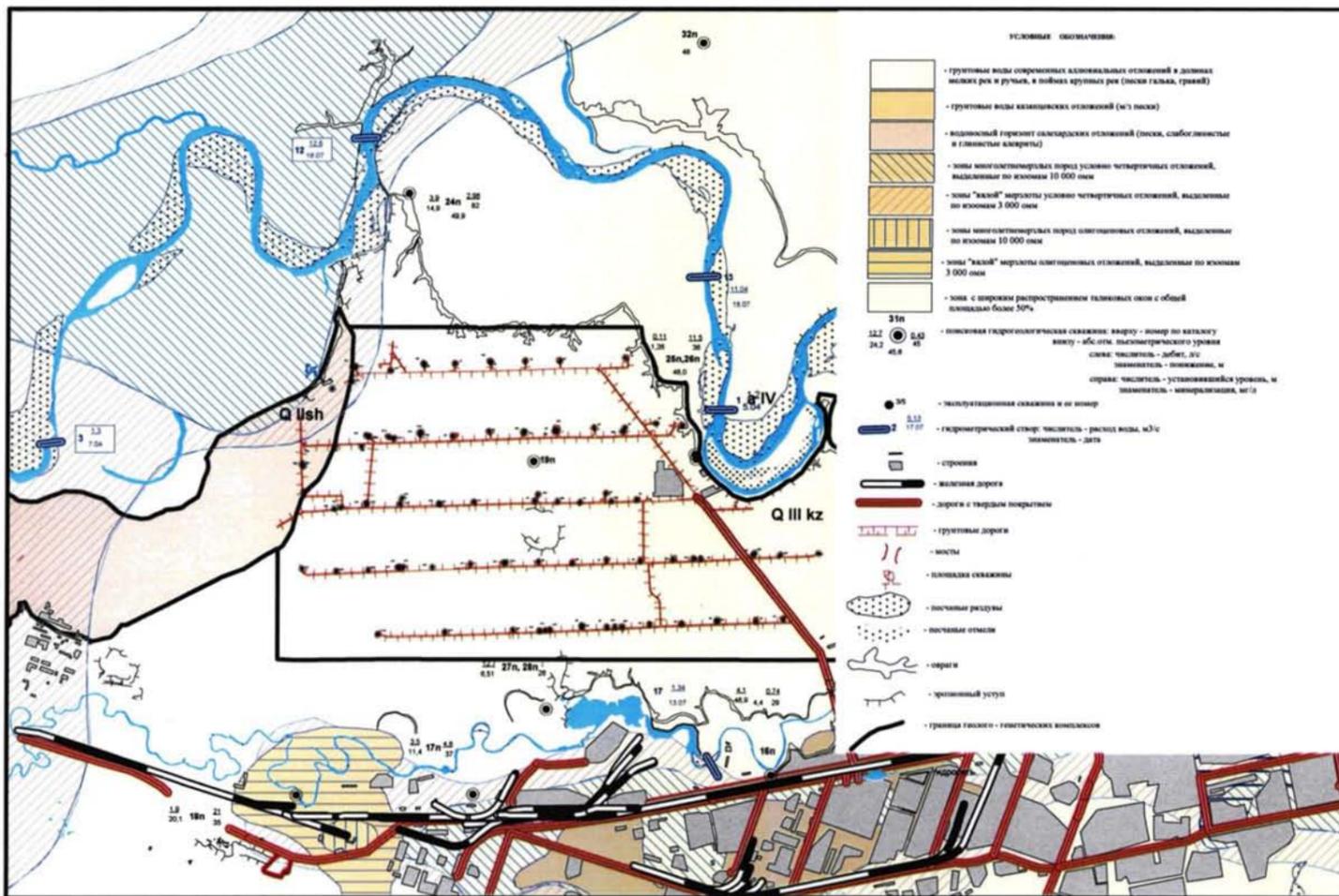


Рис.19 Схематическая мерзлотно-гидрогеологическая карта на участке Новоуренгойского водозабора

Эксплуатационные запасы по согласованию с ГКЗ СССР были рассмотрены и утверждены ТКЗ Главтюменьгеологии 21.02.1983г. (протоколом № 1/83) в количестве 100 тыс.м³/сут. Эксплуатационные запасы по материалам разведки, представленные на утверждение в ГКЗ окончательно были утверждены протоколом ГКЗ №9867 от 29 ноября 1985 года в количестве 100 тыс.м³/сут. В том числе: по категории А-31,3 тыс.м³/сут., В-34,5тыс.м³/сут., С₁-35,0тыс.м³/сут. (Протокол № 9867..., 1985). Главтюменьгеологии было рекомендовано совместно с эксплуатирующей организацией продолжить систематические наблюдения за режимом эксплуатации водозабора по эксплуатационным и специально оборудованным наблюдательным скважинам, а также наблюдения за качеством отбираемых вод и осуществлять их водоподготовку в соответствии с рекомендациями санитарных органов.

В протоколе было отмечено, что качество подземных вод некрасовского водоносного горизонта, используемых для водоснабжения г.Новый Уренгой, изучено в достаточной степени. По химическому составу воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые с повышенным содержанием железа и марганца и пониженным содержанием фтора. Содержание основных микрокомпонентов удовлетворяет требованиям ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая». Растворенный в воде газ содержит кислород, азот и углекислый газ, кроме того в подземных водах обнаружены следы общего пропана, изобутана и нормального бутана. Имеющиеся отклонения качества подземных вод от государственного стандарта характерны для большинства пресных подземных вод Тюменской области.

В 1988 году трестом ТИГМИ (Трест инженерно-геологического мониторинга и изысканий) по участкам городского водозабора, водозабора на реке Табь-Яха и локальных водозаборов УКПГ-4,8,9,10 были выполнены гидрогеологические исследования. По каждому водозабору была построена карта водопроводимости, уточнены граничные условия, дана оценка возможной производительности водозаборов на конец расчетного периода эксплуатации (10000 сут.) и условий защищенности подземных вод от загрязнений (Немец, 1988). Городской водозабор находится в наиболее благоприятной мерзлотно-гидрогеологической обстановке по сравнению с остальными водозаборами на месторождении. Ширина водоносного пласта по их оценке составляет от 15 до 20 км. Наряду с гидродинамическими факторами анализировались и гидрогеохимические условия эксплуатируемого межмерзлотного водоносного горизонта. Подземные воды – ультрапресные с минерализацией 50-70 мг/л, ионы натрия и гидрокарбоната составляют более 2/3 от общего химического состава. Содержание кальция и магния аномально низкое – 5-7 мг/л. Концентрация железа повышенная, в среднем 3-5 мг/л, содержится оно в воде в виде сложных железоорганических комплексов, обуславливающих его устойчивость в природных водах. Воды газонасыщенные. Основные компоненты газового состава вод - сероводород и углекислый газ. Концентрация сероводо-

рода значительна. При промывках скважин иногда вымывается осадок, содержащий элементарную серу.

При гидродинамическом анализе работы городского водозабора была выявлена устойчивая тенденция снижения величины коэффициента пьезопроводности в период с 1984 по 1987 годы. К концу этого периода темпы снижения значительно уменьшились, что свидетельствует об увеличении доли дополнительного питания водозабора за счет поверхностных вод (р.Седэ-Яха, Томчару-Яха). Начиная с 1986 года наблюдается плавный переход к стабилизации уровня режима.

Наиболее опасным путем загрязнения подземных вод считалась фильтрация загрязняющих веществ из поверхностных водоемов и водотоков (р.Томчару-Яха и Седэ-Яха). Зона санитарной охраны водозабора охватывает всю площадь водосбора этих рек выше водозабора. Радиус зоны санитарной охраны составляет 4,5 км. Учитывая, что активная зона пласта, ограниченная реками Седэ-Яха и Томчару-Яха, может уйти далеко за пределы рек вследствие разрыва гидравлической связи подземных и поверхностных вод при резком увеличении производительности водозабора, было рекомендовано организовать вторую зону санитарной охраны (Немец, 1988).

С 1982 по 1993г.г. на участке водозабора проводил комплексные гидрогеологические и гидрогеохимические исследования Харьковский государственный университет (Терещенко, 1982, Малеванный, 1985, 1991, 1992, Пилипенко, 1991, Клочко, Пилипенко, 1991). Гидрогеохимическими исследованиями, а также решением обратной задачи на электрической сеточной модели БУСЭ-70 была показана тесная взаимосвязь подземных и поверхностных вод. По результатам аналогового и цифрового моделирования обоснована прогнозная производительность Новоуренгойского водозабора, равная заявленной потребности к 2000 году – 100 тыс.м³/сут. Такая производительность на 66% (0,8 м³/с) обеспечивается привлекаемыми ресурсами (переток из р.Седэ-Яха) и на 34% - естественными ресурсами некрассовского водоносного горизонта (транзитное питание).

Городской водозабор работает в сложных мерзлотно-гидрогеологических и эколого-гидрогеохимических условиях. Сложность этих условий определяется распространением прерывистой в плане и разрезе многолетней мерзлоты, слабой естественной защищенностью подземных вод, тесной гидравлической связью с реками Седэ-Яха и Томчару-Яха и интенсивным техногенным воздействием на все компоненты окружающей природной среды: воздух, почво-грунты, поверхностные и подземные воды.

С 1994 по 1999 годы на территории водозабора и примыкающей к нему площади наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод велись гидрогеологической службой Уренгойгазводоканала по существующей сети наблюдательных скважин и постов. Дру-

гие организации в этот период исследований не проводили. С 1999 года гидрогеологические, гидрологические и гидрогеохимические исследования на водозаборе ведет ООО «ТюменНИИгипрогаз» при непосредственном участии автора.

В 1999 году институтом ТюменНИИгипрогаз проводились разовые замеры расходов воды в летне-осеннюю и зимнюю межени, а также наблюдения за уровнями в р.Седэ-Яхе и в скважинах совместно с Уренгойгазводоканалом.

Гидрографическая сеть района водозабора представлена р.Седэ-Яхой, р.Ево-Яхой, р.Томчару-Яхой и р.Варенгояхой. Площадка водозабора расположена между р.Седэ-Яхой и ее правобережным притоком р.Томчаруяхой. (см.рис.18,19). Гидрографические характеристики рек приведены в табл. 25,26.

Таблица 25

Гидрографическая характеристика рек

Река-створ	Заболоченность, %	Озерность, %	Лесистость, %	Площадь водосбора, км ²	Расстояние от устья, км	Коэффициент извилистости
1	2	3	4	5	6	7
1. р.Седэ-Яха - створ № 1	23,3	4,5	10,3	1168	14,0	1,9
2. р.Седэ-Яха - створ № 2	23,1	4,45	10,3	1177	8,0	1,9
3. р.Седэ-Яха - створ № 3	21,9	4,6	9,1	1094	23,0	1,9
4. р.Томчаруяха-створ №4	5,1	10,7	10,0	60	15,8	2,1
5. р.Томчаруяха-створ №5	4,6	8,8	21,9	73	5,7	2,1
1	2	3	4	5	6	7
6. р.Томчаруяха-створ №6	4,4	8,3	23,0	77	3,6	2,1
7.р.Ево-Яха - устье р.Седэ-Яха	3,2	10,7	9,1	746	-	-

С целью выяснения роли поверхностного стока в питании подземных водоносных горизонтов на реках территории проводились гидрометрические работы. Эти работы проводились в два этапа. На первом этапе на ранее размеченных створах (см. рис.18) проводились замеры расходов воды в зимнюю межень (в апреле). На втором этапе измерения расходов воды проводились по тем же створам в летне-осеннюю межень (в сентябре). Результаты измерений расходов воды приведены в табл.26.

Таблица 26

Река - № створа	Дата	Состояние реки	Скорость течения, м/сек		Расход воды, м ³ /сек
			средн.	наиб.	
1	2	3	4	5	6
р.Седэ-Яха-№ 1	6.04.99	лдет.	0,08	0,18	1,02
р.Седэ-Яха-№ 2	7.04.99	лдет.	0,13	0,23	1,36
р.Седэ-Яха-№ 3	8.04.99	лдет.	0,21	0,52	1,36
р.Томчаруяха-№ 4	9.04.99	прмрз.	-	-	-
р.Томчаруяха-№ 5	10.04.99	прмрз.	-	-	-
р.Томчаруяха-№ 6	10.04.99	прмрз.	-	-	-
р.Седэ-Яха-№ 1	8.09.99	своб.	0,23	0,38	17,3
р.Седэ-Яха-№ 2	8.09.99	своб.	0,30	0,50	16,1
р.Седэ-Яха-№ 3	10.09.99	своб.	0,77	1,02	36,32
р.Томчаруяха-№ 4	9.09.99	своб.	0,18	0,35	1,87
р.Томчаруяха-№ 5	11.09.99	своб.	0,41	0,70	1,55
р.Томчаруяха-№ 6	10.09.99	своб.	0,49	0,62	1,96

В период открытой воды в 1999 году проводились наблюдения за уровнями воды в р.Седэ-Яхе и ближайших скважинах (рис.20). Для сравнения приведены результаты аналогичных наблюдений, выполненных Харьковским университетом в 1984г. (рис. 21).

Как показали измерения, расходы воды в р.Седэ-Яха в зимний период по створам изменяются мало, что говорит о их связи с подземными водами. В летний же период расход воды в верхнем створе (№ 3) (см. рис. 18) оказался в два раза выше чем в нижних створах № 1 и № 2, то есть в летнюю межень здесь очевидно происходит интенсивное питание подземных горизонтов за счет речных вод.

На малой реке Томчаруяхе в зимний период стока не было обнаружено, река в апреле месяце была промерзшей до дна. Дно русла также было промерзшим. В летний период расходы воды по створам в р.Томчаруяхе примерно были одинаковы, что дает основание считать, что её роль в питании подземных вод в районе водозабора незначительна.

Наблюдения за уровнем подземных вод ведутся по 12 наблюдательным и 60 эксплуатационным скважинам.

Анализ уровня режима подземных вод показывает на постепенный рост депрессионной кривой в северном, северо-западном направлении к реке Седэ-Яха и в целом на стабильный гидродинамический режим работы водозабора. Характер колебаний уровней воды в скважинах сезонный с амплитудой до 2,5-3,0 м. (Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000, 2001).

Данные по суммарному водоотбору подземных вод за весь период наблюдений с 1987 по 1999 годы показывают общую тенденцию к стабилизации суммарного водоотбора на

уровне 50-60 тыс.м³/сут. Сезонные (летние и зимние) колебания водоотбора в течение года составляют 20-25 тыс.м³/сут (Кравцов, Цацульников, Путилин, 1999).

В период с апреля по ноябрь 1999 года по рекомендации и при участии автора были выполнены наблюдения за уровнем поверхностных и подземных вод в створе: р.Седэ-Яха-скв.2/1-скв.2/2-2/3а-3/8н (табл. 27, рис.20). Скважины на створе были отключены на весь период наблюдений. По данным этих наблюдений дана оценка гидравлического сопротивления русла р.Седэ-Яха по виртуальному параметру ΔL , а также инфильтрационное питание от реки и таликовых зон на самой площадке водозабора.

При расчете суммарного дебита водозабора Харьковский университет принимал $\Delta L=270$ м, используя для расчета данные кратковременных режимных наблюдений за уровнем в р.Седэ-Яха и в близрасположенной скважине № 13 (новый номер - 2/1). (см. рис.21) (Терещенко, 1991).

Таблица 27

Результаты замера уровня воды в реке Седэ-Яха и скважинах створа

Дата замера	Уровень в реке Седэ-Яха, абс. отм., м	Уровни подземных вод в скважинах, абс. отм., м			
		скв. 2/1	скв. 2/2	скв. 2/3а	скв. 3/8н
1	2	3	4	5	6
24.05.99	-	46,30	45,71	44,93	42,77
31.05.99	48,39	46,58	45,96	45,23	-
02.06.99	49,20	46,98	46,25	45,53	-
04.06.99	49,22	47,22	46,44	45,51	42,92
1	2	3	4	5	6
07.06.99	48,32	47,28	46,63	45,75	43,13
09.06.99	48,37	47,54	46,99	46,41	43,16
11.06.99	47,99	47,50	47,03	46,49	43,32
15.06.99	47,69	47,43	46,97	46,27	43,61
23.06.99	47,70	47,30	46,85	46,30	43,79
01.07.99	47,32	47,35	46,98	46,56	44,12
08.07.99	47,11	47,26	46,90	46,53	44,15
22.07.99	47,41	47,61	47,01	46,67	-
02.08.99	47,56	47,58	46,93	46,63	-
12.08.99	47,28	47,60	47,02	46,73	-
23.08.99	47,19	47,58	46,91	46,60	-
02.09.99	47,24	47,55	47,03	46,59	-
29.10.99	47,16	46,80	46,34	45,62	-

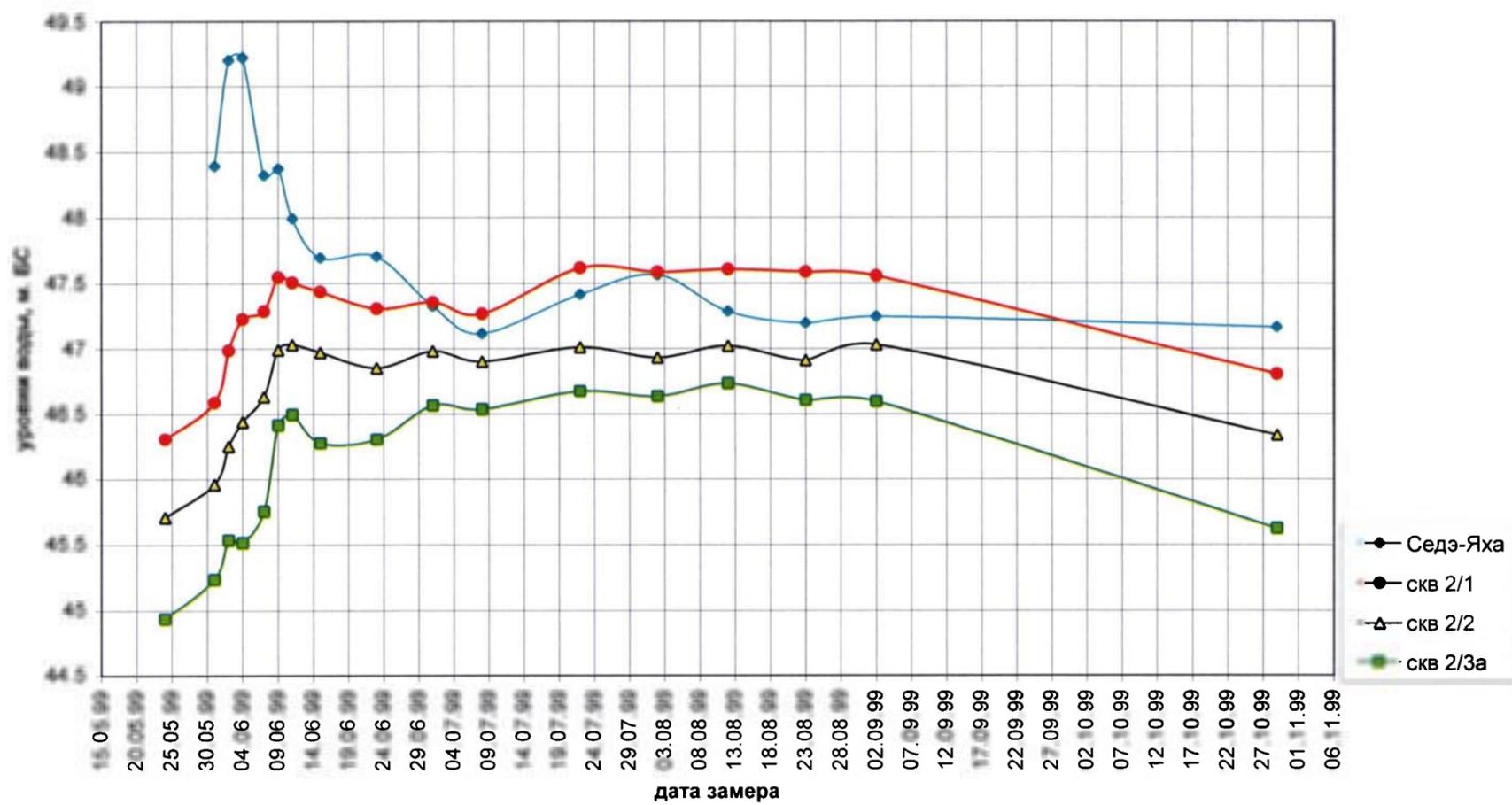


Рис. 20 График изменения уровня воды в р. Седэ-Яха и скважинах в 1999 г.

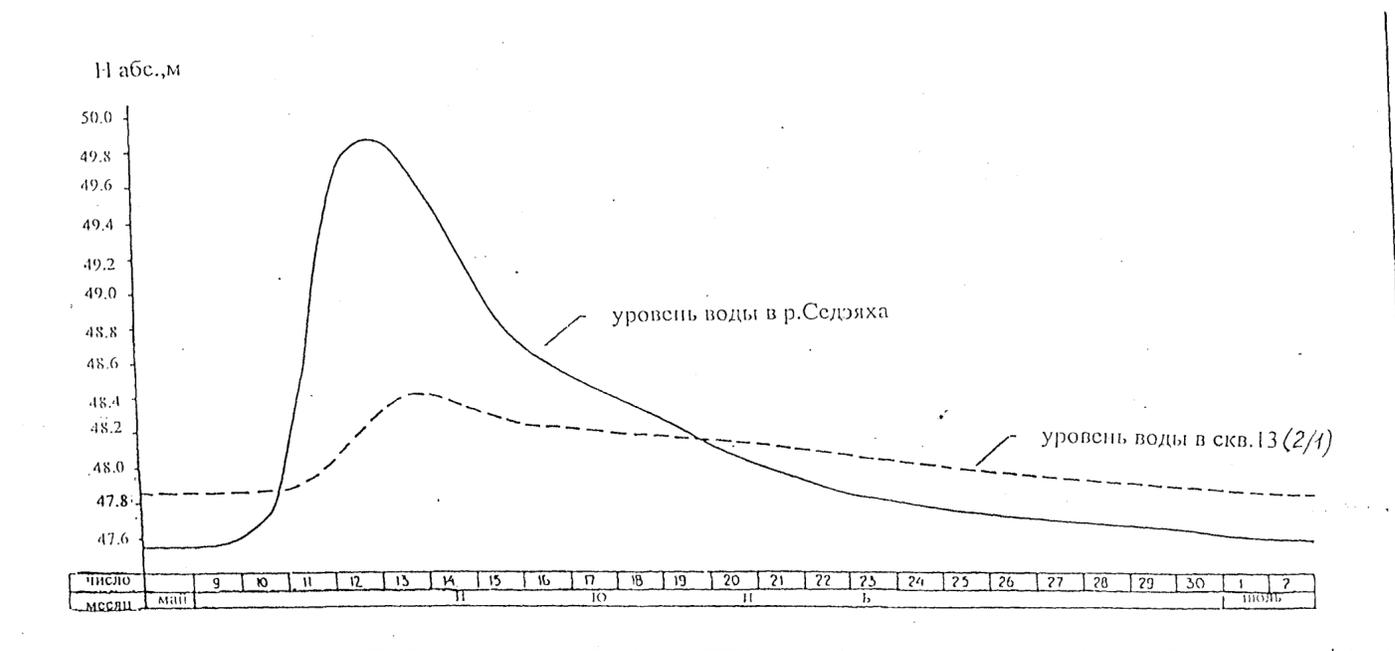


Рис. 21 График изменения уровня воды в р.Седзяха и скважине № 13 (2/1),
замеренные в 1984г.

Для расчета ΔL по режимным наблюдениям 1999 года применялась формула В.М.Шестакова (1965) для створа, состоящего из двух скважин, расположенных вблизи реки по потоку подземных вод (Кравцов, Цацульников, Путилин, 1999):

По расчетам автора (Кравцов, 1999) ΔL равен 327 м, что достаточно близко к данным харьковчан (270 м). Полученные результаты указывают на невысокое фильтрационное сопротивление русла реки Седэ-Яха и соответственно на тесную гидравлическую связь подземных и поверхностных вод.

Превышение отметки уровня подземных вод в скв.2/1 над уровнем воды в реке в период июль-сентябрь 1999 года указывает на наличие местного инфильтрационного питания в районе скважины 2/1. По расчетам автора инфильтрационное питание на участке створа скважин 211-2/2-2/3 составляет 280-330 мм/год (Кравцов, 1999). Расчет выполнялся по методике А.В. Лебедева (1976).

Площадь сквозных таликов на участке водозабора составляет около 35 % (рис. П. 25). По ним идёт инфильтрация атмосферных осадков и происходит проникновение загрязняющих ингредиентов (фенол, нефтепродукты, тяжелые металлы: Cl, Be, Ni, Pb, Co и др.) в подземные воды через атмосферные выбросы промышленной зоны, целиком находящейся во 2-ой санитарной зоне (Чомко, Клочко, Пилипенко, 1994, Пилипенко, 1994, Кравцов, Цацульников, 1999, Ярославцев, Путилин, Цацульников, 2000). Наиболее опасным источником загрязнения является асфальтно-бетонный завод. От него идёт основное атмосферное загрязнение через снежный и почвенный покров (Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000). Кроме того от него же идёт очень сильное загрязнение через инфильтрацию, а затем и подземным путем. Скорость продвижения загрязняющих веществ от него по потоку подземных вод по данным ХГУ – 5-6 лет (Терещенко, 1992). Этот завод является основным поставщиком нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов. Водозаборная скважина на территории завода имеет аномальные значения по всем основным показателям загрязняющих ингредиентов в воде: НП-9ПДК ХП, фенол-128, АПАВ-25, Fe-333, Cu-3,6, Be-26,5, Co-1,3 (рис. 22, 23, 24). Здесь сформировался устойчивый ареал техногенно метаморфизованных вод хлоридно-гидрокарбонатного, кальциево-натриевого состава. (Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000, 2001).

Исследования эколого-геохимических условий подземных вод участка городского водозабора были выполнены в период 1989-1993 г.г. Харьковским государственным университетом, и в период 1999-2001 года «ТюменНИИгипрогазом»

В эти же периоды достаточно детально изучались гидрогеохимические условия поверхностных вод (р.р.Томчару-Яха и Седэ-Яха) во 2-ом и 3-ем поясе зоны санитарной охраны.

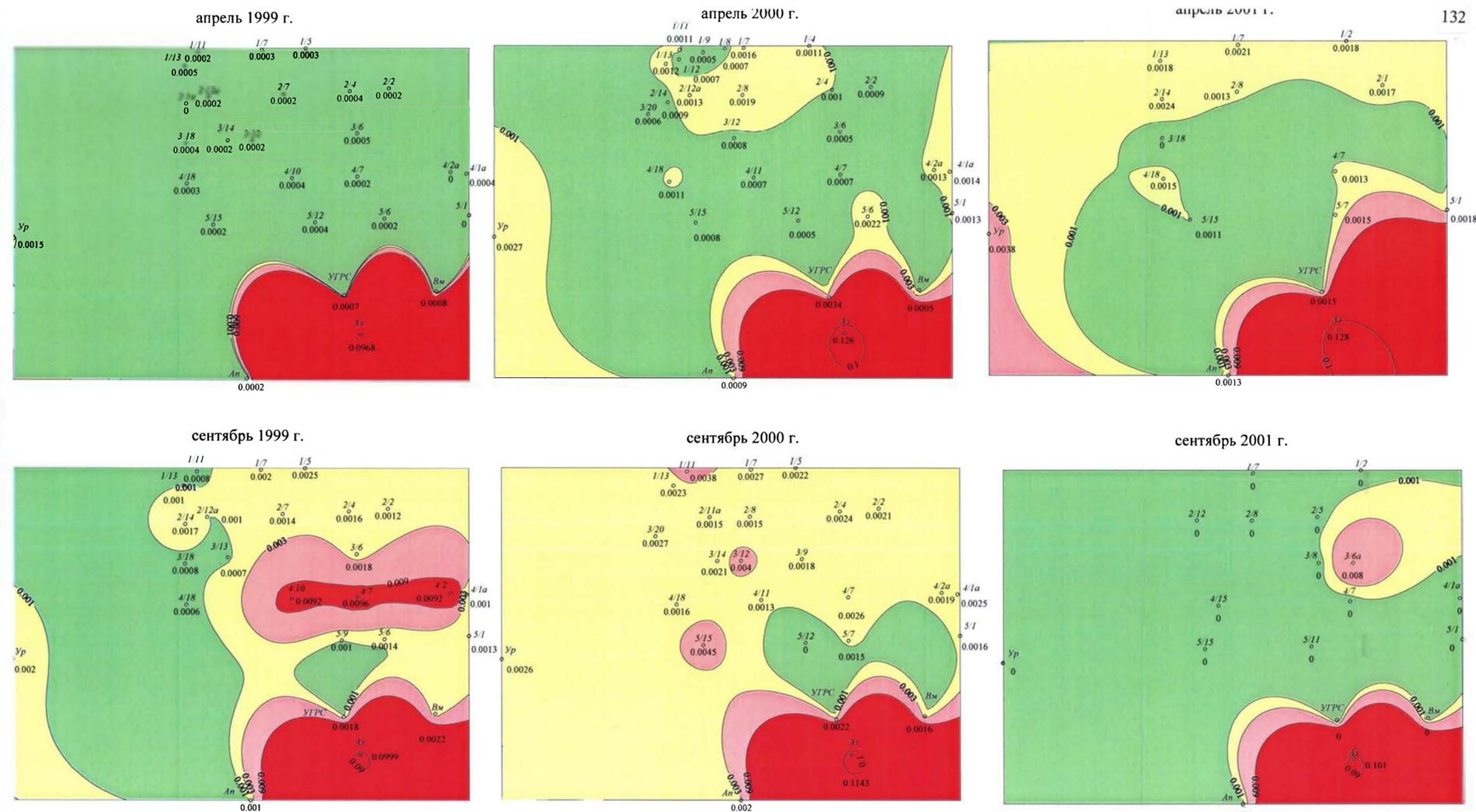


Рис.22 Изменение содержания фенолов в подземных водах района водозабора г.Новый Уренгой

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

4/18
○ 0.0002 - скважина: сверху - номер скважины; внизу - содержание фенолов

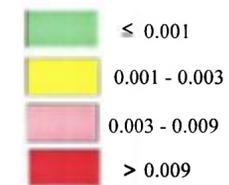
Ур - скважина в пос."Уралец"

Аз - скважина на асфальтовом заводе

Ап - скважина в аэропорту

Вм - скважина на предприятии "Водный мир"

содержание фенолов, мг/л



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

○ - скважина: сверху - номер скважины; снизу - содержание бериллия

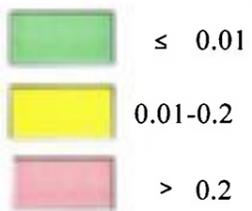
Ур - скважина в пос. "Уралец"

Аз - скважина на асфальтовом заводе

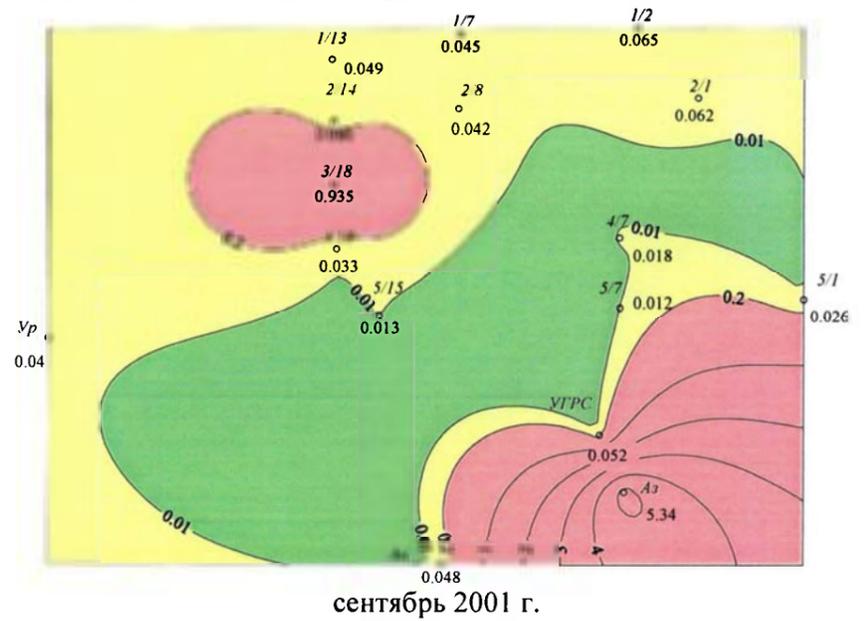
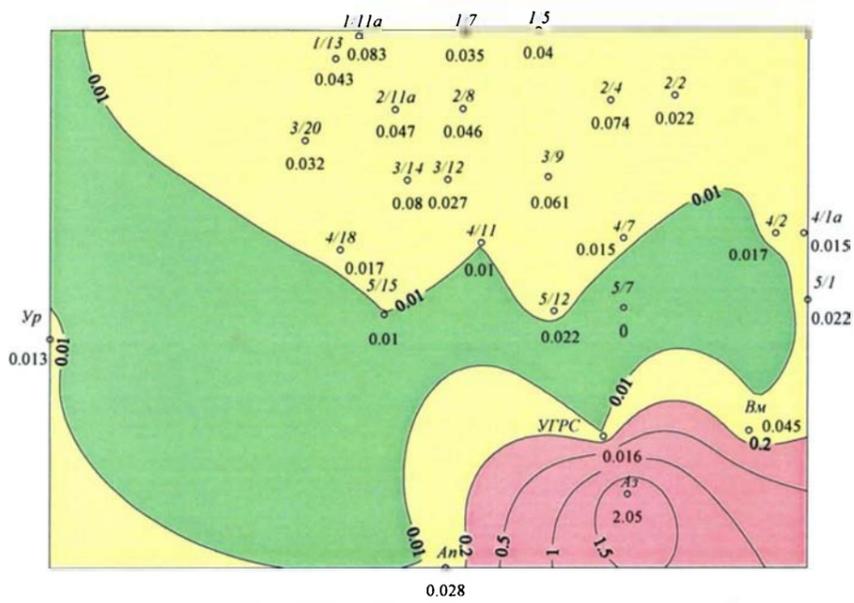
Ап - скважина в аэропорту

Вм - скважина на предприятии "Водный мир"

содержание бериллия, мкг/л



сентябрь 2000 г.



сентябрь 2001 г.

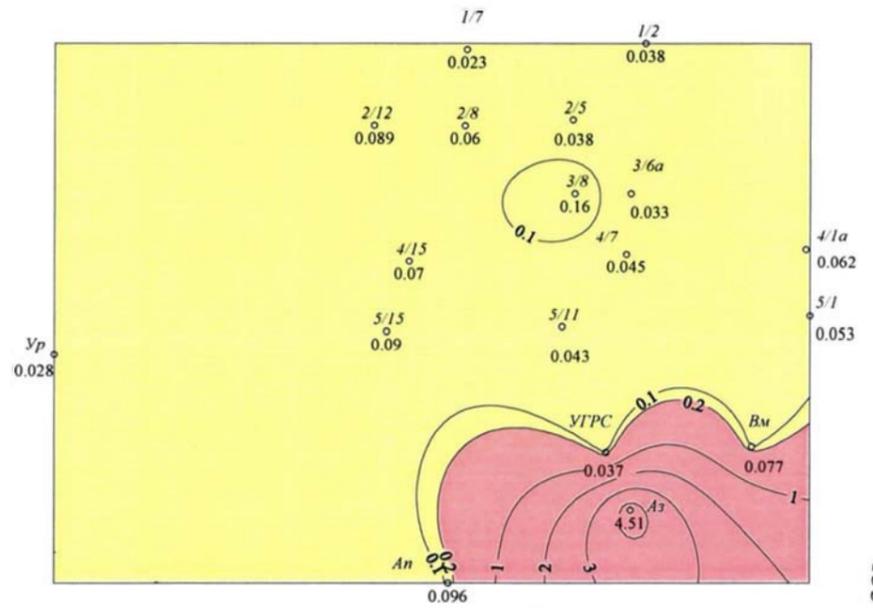
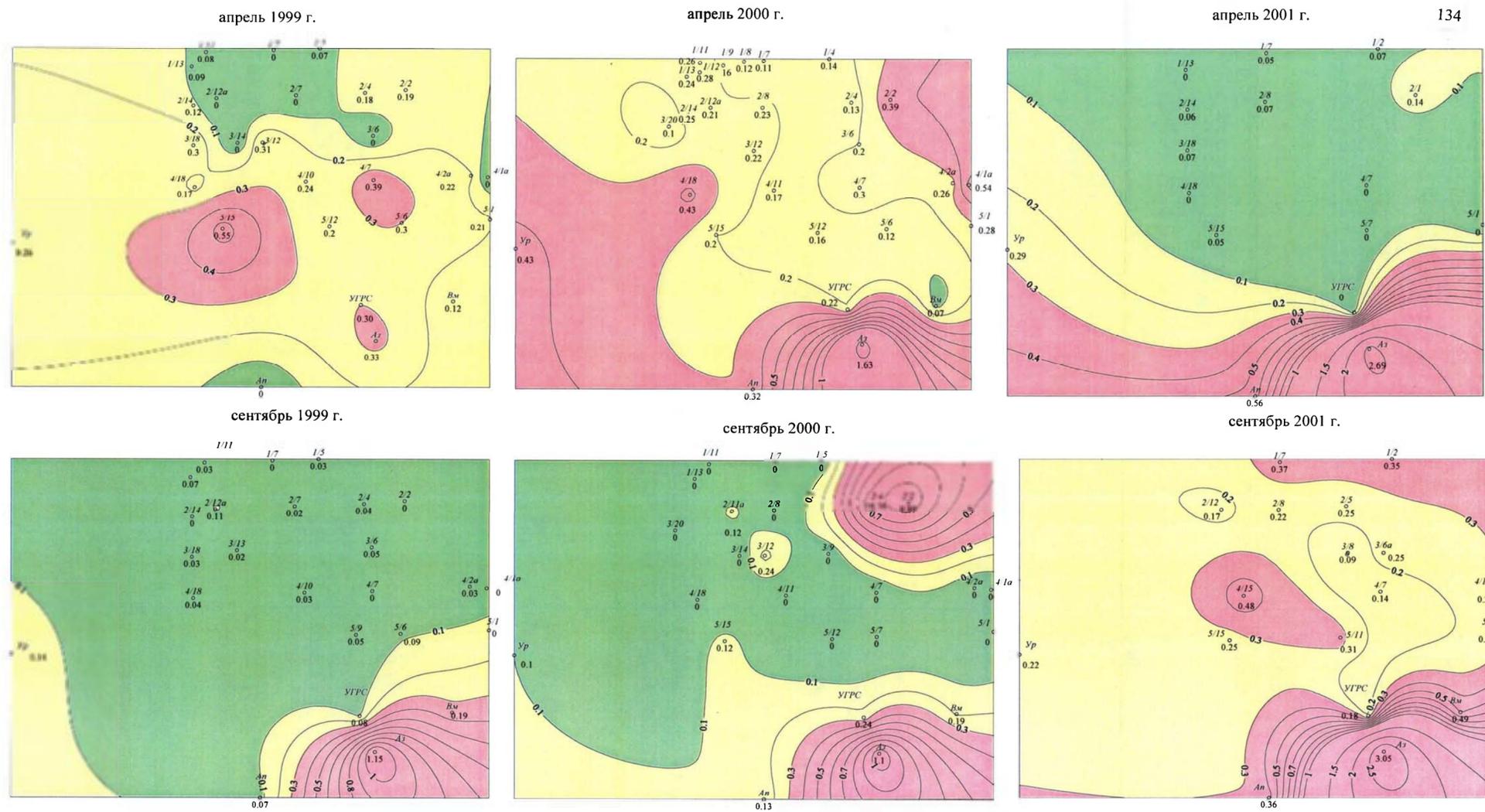


Рис.23 Изменение содержания бериллия в подземных водах района водозабора г.Новый Уренгой



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- $\frac{4/18}{0.04}$ - скважина: сверху - номер скважины; внизу - содержание нефтепродуктов
- Ур - скважина в пос. "Уралец"
- Аз - скважина на асфальтовом заводе
- Ап - скважина в аэропорту
- Вм - скважина на предприятии "Водный мир"



Рис.24 Изменение содержания нефтепродуктов в подземных водах района водозабора г.Новый Уренгой

Анализ результатов эколого-геохимических исследований, выполненных ХГУ и ТюменНИИгипрогазом, проведен для этих временных периодов, отличающихся достаточно полными материалами.

Наиболее важными результатами исследований в данные периоды следует считать результаты гидрогеохимических исследований. В подземных и поверхностных водах на участке водозабора были зафиксированы органические и неорганические загрязняющие вещества.

Органические вещества представлены нефтепродуктами и фенолами. Содержание **фенолов** по водозаборным скважинам изменялось от 0,0024 до 0,02 мг/л. Значительных изменений концентраций фенолов в подземных водах во времени не было отмечено, но тенденция к слабому росту наблюдалась. Отмечалось увеличение во времени концентрации фенолов в реках Томчару-Яха и Седэ-Яха до профилактория «Газовик» и резкое увеличение их концентрации после профилактория.

Максимальные концентрации фенолов в скважинах наблюдались в непосредственной близости от асфальто-бетонного завода и реки Томчару-Яха. По мере удаления от завода и содержание фенолов в подземных водах уменьшались. Максимальная концентрация фенолов была обнаружена в воде р.Томчару-Яха и в 4 раза превышала этот показатель для р.Седэ-Яха.

Содержание **нефтепродуктов** в подземных водах колебалось в пределах 0,01-0,95 мг/л (при ПДК 0,30 мг/л). Отмечалось повышенное содержание нефтепродуктов в р.Седэ-Яха (0,15 мг/л). В р.Томчару-Яха этот показатель был равен 0,02 мг/л. Повышенное содержание нефтепродуктов в скважинах северо-западной части водозабора (скв.1/10,1/11) было связано с их повышенным содержанием в р.Седэ-Яха.

Неорганические загрязнители. Основное внимание уделялось изучению содержания и распределения в подземных и поверхностных водах железа, брома, тяжелых металлов (Cd, Cu, Cr, Zn) и NO₃. Максимальные концентрации закисного железа зафиксированы в зонах с замедленным водообменом и невысокими фильтрационными параметрами водоносного горизонта (скв.5/5 – 4,0; 5/10 – 3,5 и 4/9 – 3,0 мг/л). Минимальные его концентрации были зафиксированы в зонах с активным влиянием инфильтрационных и речных вод (скв.3/10 – 0,3; 3/5, 4/2 – 0,3 и 2/4 – 0,4 мг/л).

Содержание растворенного **брома** в скв.4/2 превышало ПДК в 2,2 раза (0,44 мг/л). Концентрации брома, свыше ПДК, зафиксированы также в скважинах 3/3(0,24), 3/10(0,29), 4/7(0,24), 4/16 (0,35), 5/1(0,22), 5/8(0,32) и 5/15(0,29мг/л). В других скважинах водозабора концентрация брома не превышала ПДК. Таким образом, за время эксплуатации водозабора с 1982 по 1990 годы произошло увеличение концентрации брома в подземных

водах на участке водозабора. В момент бурения ни в одной скважине водозабора бром не был обнаружен, в 1987 году средняя концентрация брома в скважинах водозабора была равна 0,048, в 1988 году – 0,145, в 1989 году – 0,175 и в 1990 году (июнь, август, декабрь) – 0,20–0,29 мг/л. Повышение концентраций брома произошло в результате антропогенного загрязнения межмерзлотного водоносного горизонта минеральными водами скважины 200-Н (рядом со скв. 3н – см. рис.18), используемыми профилакторием «Газовик» и сбрасываемыми в р.Седэ-Яха, на что указывает пространственное расположение аномалии брома в непосредственной близости от профилактория (табл. 28).

Концентрации **цинка** и **нитратов** в подземных водах городского водозабора в целом не превышали ПДК, однако начиная с июня 1990 года в скважинах центральной части водозабора появились аномалии Zn и NO₃, приуроченные к участку бывшего песчаного карьера у р. Седэ Яха, превращенного затем в свалку твердых бытовых и производственных отходов, что и явилось причиной данной аномалии. К настоящему времени свалка ликвидирована.

Результаты анализа на **Cu, Cd, Cr** в период 1989-90 г.г. показали, что эти элементы не обнаружены в подземных водах и незначительное их содержание в поверхностных водах (Терещенко, 1991).

Выделено 4 группы источников загрязнения подземных вод водозабора (Терещенко, 1991, Кравцов, 1999):

I – объекты складирования и использования ГСМ, где основными загрязнителями являются нефтепродукты и хозяйственные стоки;

II – районы жилой застройки (поселки Заозерный, жилпоселок СМП-700, спецгородок в/ч, поселок Уралец, профилакторий и др.) – загрязнителями от которых преимущественно служат хозяйственные стоки;

III – скважины, вскрывшие сеноманский горизонт и используемые для добычи высокоминерализованных вод которые и служат загрязнителями пресных вод. К этой же группе можно отнести скважины, ранее эксплуатировавшие водоносный горизонт, но к тому времени не работающие и не ликвидированные.

IV – Объекты промышленной зоны г.Нового Уренгоя: асфальто-бетонный завод, аэропорт, передвижные механизированные колонны, дорожно-строительное управление и др. (Кравцов, 1999).

Основными транспортировщиками загрязнений от перечисленных выше источников в водоносный горизонт являются питающие его реки Томчару-Яха и Седэ-Яха, талики во второй и третьей зоне санитарной охраны.

Результаты химических анализов проб воды из р.Седэ-Яха, отобранных в августе 1990г. до и после сброса минеральных вод из скважины 200-Н профилактория "Газовик"

Место отбора пробы воды	Содержание химических компонентов, мг/л													
	Na ⁺ + K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{общ}	NH ₄ ⁺	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Cu ⁺	Zn ²⁺	Br ⁺	Фенолы	Нефте- продукты
р.Седэ-Яха до сброса	4,50	1,50	1,00	н/об.	0,10	10,00	2,00	1,50	0,10	0,005	0,08	0,10	0,0059	0,15
р.Седэ-Яха по- сле сброса	11,00	2,00	1,00	0,30	0,20	10,50	2,00	12,50	0,10	0,070	0,67	0,22	0,0170	0,15

Основные рекомендации по улучшению работы водозабора сводились к следующему:

1. Очистить береговую зону р.р.Томчару-Яха и Седэ-Яха от мусора, ликвидировать все свалки в районе водозабора и выше по течению рек Седэ-Яха и Томчару-Яха на расстоянии не менее 10 км, так как практически вся территория города с его промышленной инфраструктурой попадает во II и III зоны санитарной охраны.

2. Поставить под жесткий контроль эксплуатацию скв.200-Н от которой сбрасываются отработанные минеральные воды в р.Седэ-Яха, особенно не допускать залповых выбросов.

3. Ликвидировать вышедшие из строя водозаборные скважины за исключением скважин, переведенных в наблюдательные. Практически все эти рекомендации были выполнены, но значительного улучшения эколого-геохимического состояния подземных вод не произошло.

Режимные наблюдения на водозаборе г.Новый Уренгой проводятся с 1987 года. В контролируемый набор гидрогеохимических компонентов входили: рН, минерализация, макрокомпоненты – К, Na, Ca, Mg, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃, NH₄, Br, Fe, тяжелые металлы - Co, Cd, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn, Mo, As и органические вещества – фенол, нефтепродукты, предельные углеводороды, формальдегид, позже (с 2000 года) Be, Se.

Детально анализировалось изменение концентрации только основных маркирующих компонентов в подземных водах с начала работы водозабора (1979г.): HCO₃, Ca, рН, минерализации, Fe, Mn, нефтепродуктов. Наиболее представительные данные были получены по HCO₃ и Ca (Терещенко, 1992, Клочко, Пилипенко, 1991, Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000, 2001).

С момента бурения эксплуатационных скважин (1979-83 годы), средняя концентрация HCO₃ постепенно уменьшалась: 27,9 (1979-83г.г.), 20,6 (1987г.), 19,5 (1989г.), 18,7 мг/л (1991г.). По площади наблюдалось увеличение концентрации HCO₃ по подземному потоку с зональным распределением положительных и отрицательных аномалий на фоне постепенного снижения средней концентрации иона во времени.

При анализе площадного распределения иона Ca в период бурения эксплуатационных скважин было отмечено увеличение его концентрации с юго-запада на северо-восток (по потоку подземных вод) также как и иона HCO₃. В 1987 году отмечено снижение концентрации Ca в среднем на 1 мг/л по всему периметру водозабора. Начальный уровень концентрации Ca сохранился лишь в центре водозабора в районе скв.2/5-2/7, 3/5, 3/10, 4/9. Здесь образовалась положительная аномалия Ca. К 1991 году эта аномалия уменьшилась и рядом с ней начала формироваться отрицательная аномалия.

По результатам гидрогеохимических наблюдений по HCO_3 , Са, минерализации следующие выводы (Терещенко, 1992, Кравцов, 1999, Ярославцев, 2001):

1) естественный гидрохимический режим, имевший до эксплуатации водоносного горизонта тенденцию постепенного роста концентрации ионов и минерализации по естественному потоку с юго-запада на северо-восток, сменился зональным характером распределения и наличием положительных и отрицательных аномалий;

2) зональное изменение концентраций имеет преимущественно опреснительное направление (понижение концентраций главных химических компонент);

3) образование отрицательных (опресненных) аномалий указывает на наличие прямой инфильтрации с поверхности через талики в подземные воды в процессе эксплуатации водозабора.

Среди тяжелых металлов, обнаруженных в подземных водах городского водозабора особое место занимает закисное железо. За время наблюдений (1987-1992) его концентрация по эксплуатационным скважинам превышала ПДК в 2-20 раз. В июне 1987 года среднее содержание растворенного железа составило 2,8 (9 ПДК), в 1988 году – 2,75 в 1989 году – 2,6 в конце 1990 года – 2,4 и в июне 1991 года – 2,3 мг/л. Распределение концентраций закисного железа было представлено двумя положительными аномалиями в северо-западной и юго-восточной зонах площади водозабора и одной отрицательной в центральной зоне.

Растворенное железо поступает в подземные воды за счет выщелачивания из водонасыщающих пород и пород зоны аэрации. Этому способствует высокое содержание железа в породах и высокая химическая активность инфильтрационных вод (рН 5,5-6,5).

Наибольшие концентрации растворенного железа характерны для подземных вод регионального потока, где устанавливается химическое равновесие между системами порода-раствор. Зафиксированная по отдельным эксплуатационным скважинам концентрация закисного железа до 8-10 мг/л соответствует этому равновесию. Опресняющее действие инфильтрационных вод на площади водозабора снижает концентрацию закисного железа до существующей (2,3 мг/л). Снижение средней концентрации железа по годам указывает на увеличение доли инфильтрационных вод в процессе эксплуатации водозабора. (Терещенко, 1992, Пилипенко, 1991, Кравцов, 1999).

Содержание Mn в подземных водах по водозаборным скважинам составляло в 0,1 – 1 мг/л (до 10 ПДК). Пространственно Mn образует зону более повышенной концентрации в западной части водозабора (0,3-0,6 мг/л).

Из других **тяжелых металлов** в подземных водах городского водозабора определялись: Al, Mo, Pb, Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Cd, Be. В период наблюдений отмечено повышение кон-

центраций Cd, Be, Co (см. табл. П.27). По отдельным скважинам содержание Be превышает ПДК (скв. 3/18).

Наблюдения за содержанием брома (Br) в 1991 году показали общее снижение его концентрации по сравнению с предыдущим периодом (1987-1989г.г.), когда прекратились выбросы из скв.200-Н.

Наблюдения за содержанием **органических** загрязняющих веществ велись по нефтепродуктам, фенолам. Содержание **нефтепродуктов** практически по всем эксплуатационным скважинам не превышало ПДК. Исключение составили лишь скважины 1/9, 1/13, 2/10, 2/12, где концентрация нефтепродуктов колебалась в пределах 0,3-0,9 мг/л. Неизменно высоким остается содержание фенолов (см. табл. П.20-23, П.27). Оно периодически снижалось в периоды 1989-1991, с 2000 года оно превышает ПДК по большинству скважин водозабора. Его содержание увеличивается в летне-осенний период.

Содержание фенолов в снеговых водах составляло 0,0008-0,0027 мг/л. Повышенное их содержание в снеговых водах (до 2,5 ПДК) наблюдалось в районе ТЭЦ (городская больница), в районе аэропорта и по трассе в аэропорт и на самой площадке водозабора. Содержание формальдегидов отмечалось лишь в районе воинской части. Тяжелые металлы содержались в следовых количествах или отсутствовали, кроме Cd и Be, Co повышенное содержание которых (до 3-4 ПДК) отмечалось в районе аэропорта, асфальто-бетонного завода.

По результатам гидрогеохимических исследований рек Седе-Яха и Томчару-Яха был выполнен расчет антропогенной нагрузки и самоочищения рек. Основное поступление загрязняющих веществ в р.Томчару-Яха происходит на участках ЖСК-3 – железнодорожные тупики и асфальто-бетонный завод – СМП-655. На остальных участках поступление загрязняющих веществ значительно меньше и река здесь способна к самоочищению. (Чомко, Ключко, Пилипенко, 1994). Вычисленные и проанализированные коэффициенты водной миграции микрокомпонентов, позволяют оценить различие гидрохимических условий вдоль русла р.Томчару-Яха, контрастность миграции данного элемента. Наибольшая контрастность миграции отмечена у Zn и Co, наименьшая у As (мышьяка). В районе Нового Уренгоя, в условиях низких температур, высоких концентраций гуминовых и фульво-кислот изученные микроэлементы образуют следующий миграционный ряд по убыванию средних значений коэффициента миграции: Zn – As – Cd – Ni – Co – Pb – Cr – Fe – Mn. Отмечено, что на всем изученном участке реки Томчару-Яха преобладают процессы растворения – осаждения в системе порода – вода, и являясь базовыми (постоянно протекающими), они направлены в сторону установления равновесия в системе. По резкому изменению коэффициентов водной миграции выделены участки привноса отдельных загрязнителей. Поступление свинца происходит на участках между мостом в пос.Уралец и ЖСК-3, а также между ж/д тупиками и

СМП-655. Кадмий поступает между асфальто-бетонным заводом и мостом на водозабор, медь - между мостом в пос.Уралец и ЖСК-3, мышьяк – между асфальто-бетонным заводом и мостом в северную часть города.

Оценка защищенности водоносного горизонта выполнена исходя из методики кластерного анализа результатов гидрохимических анализов подземных, поверхностных и снеговых вод, а также анализа мерзлотно-гидрогеологических условий участка водозабора. В результате составлена схематическая карта естественной защищенности подземных вод на участке городского водозабора, на которой выделены зоны защищенных подземных вод (более 25 баллов), условно-защищенных (20-25 баллов) и незащищенных (менее 5-20 баллов). (Кравцов, 1999, Ярославцев, Кравцов, 2000).

Защищенная зона приурочена к участкам развития островной мерзлоты. Незащищенная зона приурочивается в основном к таликовым зонам с песчаными породами. В зону незащищенных подземных вод попадают также, имеющие тесную гидравлическую связь с рекой.

Загрязнение поверхностных и подземных вод в настоящее время происходит в основном двумя путями: смывом талыми и дождевыми водами загрязнений, накапливающихся на поверхности и в почвах при хозяйственной деятельности, и их залповыми выбросами (разовыми утечками). Наиболее опасным источником загрязняющих веществ является участок переуглубленного русла р.Томчару-Яха (карьер глубиной до 22 м) в районе асфальто-бетонного завода, находящийся в 1,0-1,5 км от пятого луча городского водозабора. Здесь же находятся захламливания прирусловых склонов отходами производства и бытовым мусором, нарушения обваловки промплощадок, открытое складирование легкорастворимых реактивов и др.

Современные эколого-геохимические условия участка водозабора анализируются по результатам собственных полевых и лабораторных исследований, выполненных в 1999 г.-2001 г. (Кравцов, 1999, 2000; Ярославцев, Кравцов, 2001).

Поверхностные воды. Гидрогеохимические условия поверхностных вод в зимне-весенний меженный и летне-осенний периоды могут быть охарактеризованы по результатам химических анализов проб воды, отобранных : 1) в реке Седэ-Яха в верхнем течении 1 км выше от поселка Уралец вне зон техногенного влияния (створ III) , в среднем течении у водозабора 0,5 км выше по течению от профилактория "Газовик" (створ I) и в нижнем течении реки у северного моста (створ II); 2) в р.Томчару-Яха у моста по дороге на водозабор (створ V), у дороги на пос.Уралец (створ IV), у северного моста (створ VI) (см.рис. 18). Химический состав вод показан на рис. П.15-П-24 в сравнении с составом подземных вод и снега (в зимний период)..

В зимне-весенний меженный период выделяется гидрохимическая аномалия на р.Седэ-Яха в створе I (у водозабора на продолжении створа скважин 2/3-2/2-2/1. По сравнению со створами II (нижнее течение) и III (верхнее течение) минерализация здесь повышена в 1,4 раза, также выше содержание HCO_3 (более чем в 2 раза), в 3 раза выше содержание SO_4 (относительно верхнего створа 3), более чем в 3 раза выше содержание иона Ca. Содержание Cl и Na во всех трех створах одинаково. Напротив, содержание $\text{Fe}_{\text{общ}}$ почти в два раза ниже чем в верхнем створе (III). Отмечено большое содержание нефтепродуктов, равное ПДК (0,3 мг/л), в то время как в верхнем и нижнем створах оно менее 0,05 мг/л.

Кроме того здесь появляется Be, Cr, Ga. Створ I находится выше по течению от профилактория "Газовик" и скважины 200-Н более чем на 0,5 км, поэтому влияние сточных вод от санатория практически исключено. Повышение здесь минерализации речных вод, а также содержания ионов Ca и HCO_3 (в 3,2 раза и 2,3 раза соответственно) связано с разгрузкой транзитных подземных вод на участке створа I со стороны левобережья р.Седэ-Яха противоположной депрессионной воронке водозабора (см. рис. 18, 19). На этом участке идет интенсивная подпитка реки подземными водами. Появление здесь повышенного содержания нефтепродуктов также может быть связано с транзитными подземными водами, имеющими внутренний природный или отдаленный техногенный источник загрязнения (со стороны южных газовых промыслов Уренгойского и Юбилейного месторождения). (Кравцов, Цацульников, Путилин, 1999).

Химический состав речных вод на этом участке и подземных вод из скважин водозабора практически идентичен, не считая внутренних гидрогеохимических аномалий в самом водоносном горизонте, на формирование которых влияет теснота гидравлической связи с рекой Седэ-Яха, наличие застойных зон, гидротермических и инфильтрационных таликов, источников загрязнения на поверхности. По большинству компонентов за исключением фенолов, нефтепродуктов, а также SiO_2 , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и Mn, имеющих здесь высокий природный фон, превышение ПДК в этот период не зафиксировано. Изменение содержания общего железа в подземных водах на участке водозабора показано на рис. 25.

В летне-осенний период наблюдается следующая закономерность (Кравцов, Цацульников, 1999): 1) увеличение минерализации вод от верхних к нижним створам для рек Седэ-Яха и Томчару-Яха; 2) разбавление поверхностных вод атмосферными с уменьшением их летней минерализации в 2-4 раза относительно зимне-весенней; 3) загрязнение органикой также увеличивается в 1,5-2 раза, на что указывает величина окисляемости перманганатной; 4) появляется загрязнение фенолами местами превышающее ПДК (в створе I р.Седэ-Яха - 2,6 ПДК, в верхнем створе р.Томчару-Яха - 3 ПДК и в нижнем створе р.Томчару-Яха - 10,3 ПДК), нефтепродуктами (в нижнем створе р. Седэ-Яха 6 ПДК).

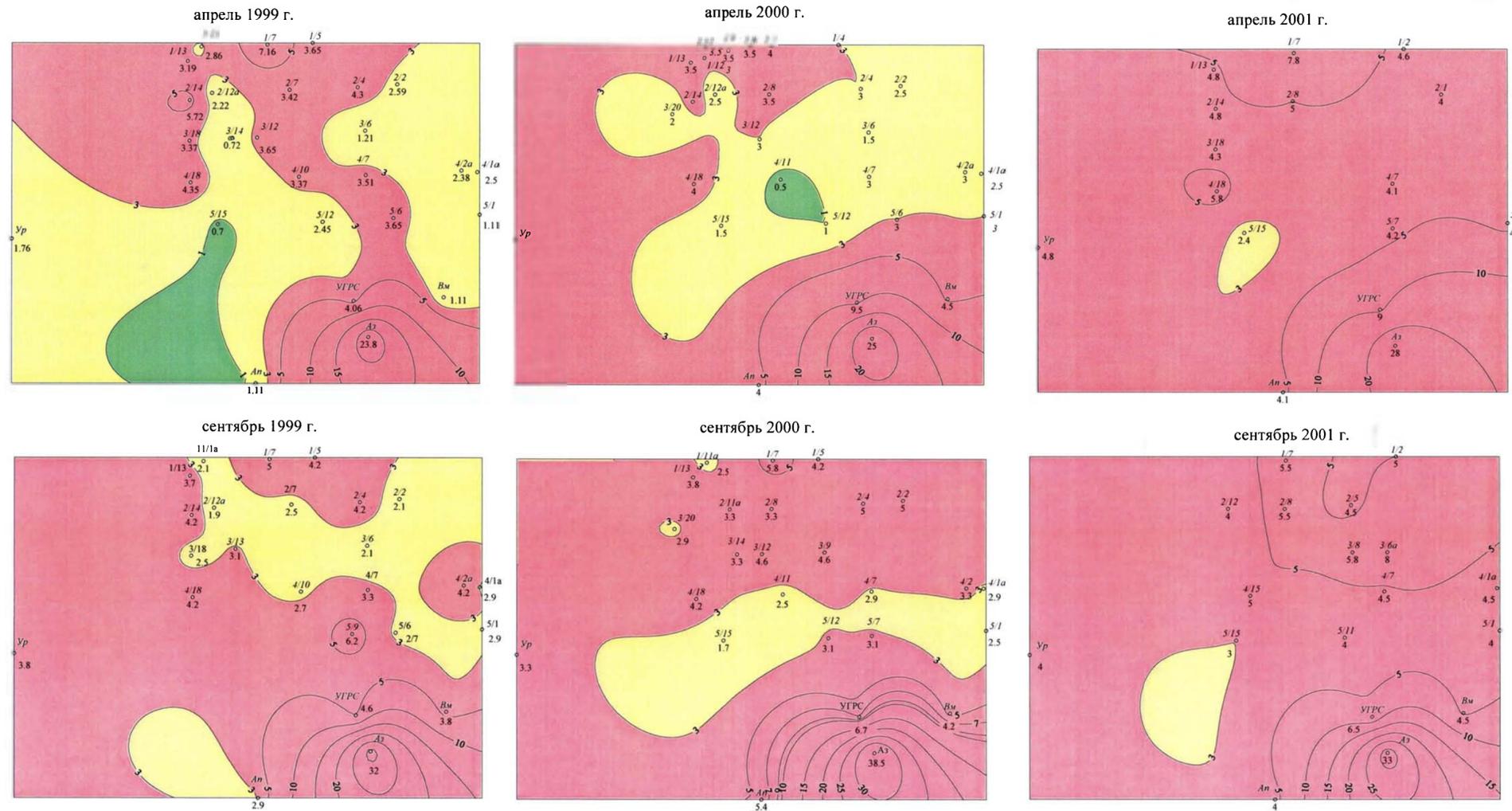
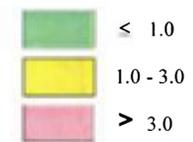


Рис.25 Изменение содержания железа в подземных водах района водозабора г.Новый Уренгой

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- $\begin{matrix} 4/18 \\ \circ \\ 4.2 \end{matrix}$ - скважина: сверху - номер скважины; внизу - содержание железа
- Ур - скважина в пос."Уралец"
- Аз - скважина на асфальтовом заводе
- Ап - скважина в аэропорту
- Вм - скважина на предприятии "Водный мир"

содержание железа, мг/л



Достаточно стабильным остается фон по тяжелым металлам, несколько увеличивается содержание Ni и Ti - за счет увеличения содержания органики. Уменьшается содержание железа и марганца в 3-5 раз, нефтепродуктов. Превышение ПДК ни по одному маркирующему компоненту кроме pH, фенолов, железа и марганца не отмечено.

Химический анализ снеговых вод показал превышение ПДК по фенолам (1,8-7,9 ПДК), в том числе и на площадке водозабора (1,8 ПДК), нефтепродуктами (1-25 ПДК). Повышенный фон по тяжелым металлам (Zn, Be, Pb, V, Ga, Cr, Mn, Ni, Ti, Yb, Cu) указывает на достаточно интенсивное атмосферное загрязнение территорий промзоны и селитебной зоны и самого участка водозабора. Наиболее сильное загрязнение отмечается в придорожной полосе автотрассы Уренгой-аэропорт и у асфальто-бетонного завода.

Подземные воды. В зимне-весенний период (апрель 1999, 2000, 2001 года) опробовались эксплуатационные скважины на площадке водозабора (20-22 скв.) и скважины во II-ом и III-ем поясе зоны санитарной охраны. Также как и в поверхностных водах, в этот период превышение ПДК по большинству компонентов – маркеров в скважинах водозабора не наблюдается. Исключение составляют: Fe_{общ} (1,2-23,8 ПДК), Mn (2,7-4,0), SiO₂ (1,7-3,1), Be (4,6), фенолы (1,2-2,5), нефтепродукты (до 4) (Кравцов, Цацульников, 1999, Ярославцев, Цацульников, 2001).

Фон тяжелых металлов невысокий. По скважинам 2/14, 2/7 отмечено повышенное содержание NH₄ (1,1-1,0 ПДК). Общая минерализация подземных вод по скважинам водозабора изменялась в пределах 30-92 мг/л (рис 26).

Из скважин вне площадки водозабора выделяется скважина асфальто-бетонного завода: повышенной минерализацией (180-221,1 мг/л), высоким содержанием Cl (57-71,2 мг/л), Na (10,3-30,6 мг/л), фенолов (96,8-128 ПДК), Co и Ni. Здесь же отобрана и одна из самых загрязненных проб снега (фенолы – 7,5, нефтепродукты - 9,3 и окисляемость – 1 ПДК, повышенный фон тяжелых металлов). Повышенная минерализация отмечена и в скважине МК-144 (пос.Уралец) – 120,2 мг/л, но с невысоким содержанием Cl (1,65 мг/л) и преобладанием ионов HCO₃ и Ca (90,7 мг/л и 12,8 мг/л соответственно).

В целом эколого-геохимическое состояние подземных вод на участке самого водозабора в этот период можно оценить как удовлетворительное. В зоне санитарной охраны самым загрязненным участком подземных вод является участок асфальтно-бетонного завода.

В летне-осенний период по большинству опробованных скважин отмечается увеличение минерализации подземных вод в 1,1-1,4 раза, электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала, температуры, pH, содержания ионов Ca и HCO₃. По меньшей части скважин минерализация незначительно уменьшилась или практически не изменилась по сравнению с зимне-весенним периодом, но и по этим скважинам содержание HCO₃

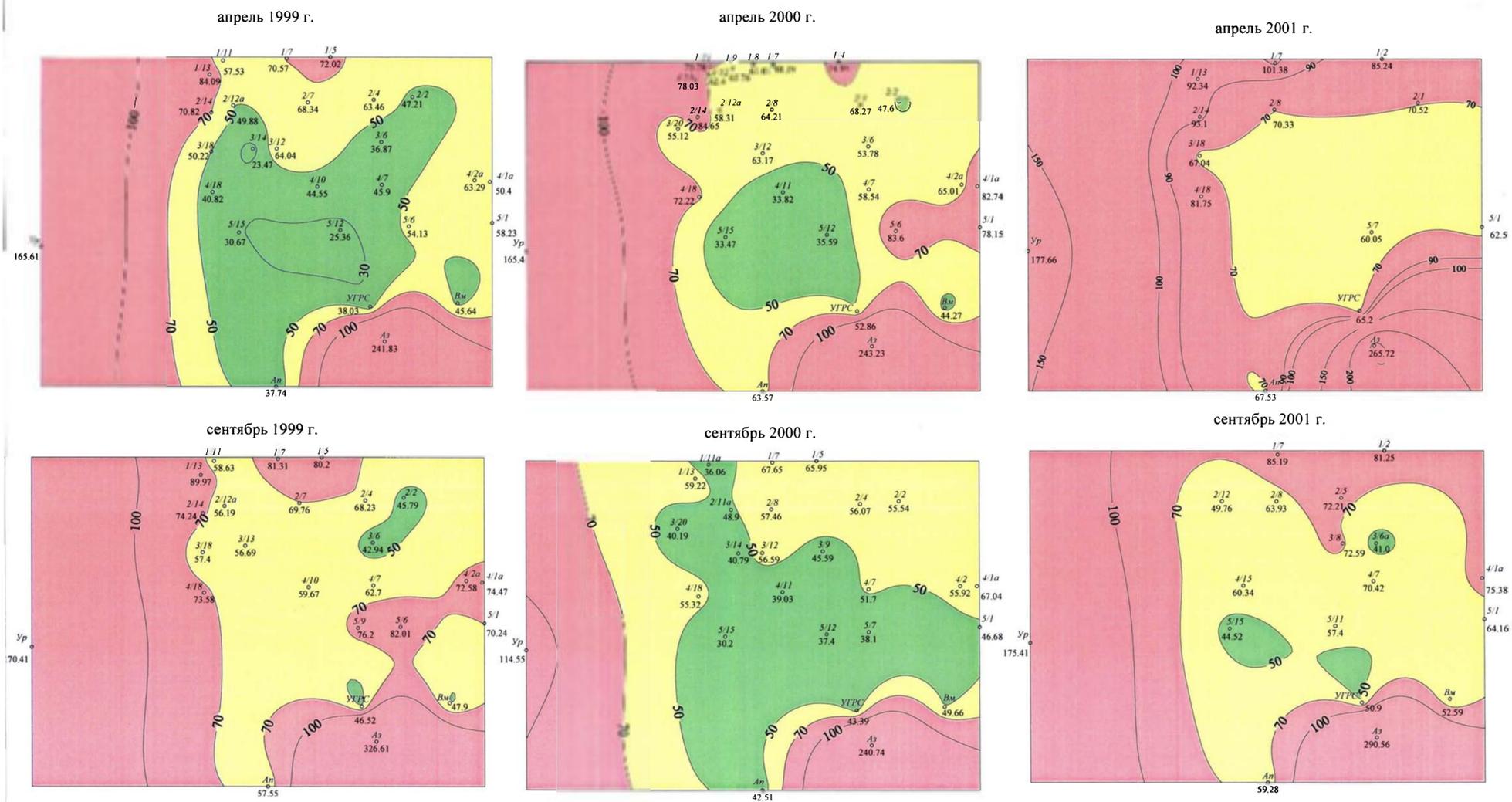


Рис.26 Изменение минерализации подземных вод района водозабора г.Новый Уренгой

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

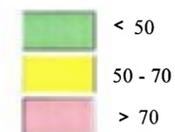
4/18
4.2 - скважина: сверху - номер скважины; внизу - значение минерализации

Ур - скважина в пос."Уралец"

Аз - скважина на асфальтовом заводе

Ап - скважина в аэропорту

Вм - скважина на предприятии "Водный мир"



увеличивается в 1,1-1,7 раза, а содержание Са или Mg уменьшается. Практически по всем скважинам идет уменьшение Cl, (за исключением скважины асфальто-бетонного завода, где его содержание немного увеличилось), К и Na, суммы тяжелых металлов, SiO₂, нефтепродуктов (причем очень значительное в 1,3-3,3 раза), Fe_{общ} и Mn. Увеличивается выщелачивающий эффект после фильтрации речных и инфильтрационных вод (повышение содержания HCO₃ и Ca).

Одновременно значительно повышается содержание фенолов по сравнению с зимним периодом (в 3,6-5,0 раз) и увеличивается окисляемость (от 1,1 до 2,6 раз). Содержание фенола, превышающее ПДК, отмечено во многих опробованных скважинах и колеблется в пределах 1,2-4,0 ПДК. В отдельных скважинах (4/2а, 4/7, 4/10 оно достигает 9,2-9,6 ПДК. Очень высокое содержание фенола (99-128 ПДК) отмечено в скважине асфальто-бетонного завода. Завод - практически основной загрязнитель фенолом поверхностных и подземных вод во втором поясе зоны санитарной охраны.

В скважинах асфальто-бетонного завода и УГДСМ отмечается трехкратное и более превышение ПДК по нефтепродуктам по сравнению с зимне-весенним периодом на фоне значительного снижения содержания нефтепродуктов по скважинам водозабора. Это говорит о непосредственном их попадании в подземные воды в этой зоне путем инфильтрации. Река Томчару-Яха являясь естественной преградой на пути этих загрязнителей, защищает площадку водозабора от них, но в длительном разрезе времени (3-5 лет) нефтепродукты и другие загрязнители могут проникать в скважины водозабора подземным путем.

В изменении содержания SO₄ видимой закономерности не прослеживается, вероятнее всего это связано с характером сезонных колебаний окислительно-восстановительных условий в разных зонах водоносного горизонта и в зависимости от степени водообмена. На это косвенно может указывать характер изменения величин Eh по сезонам.

В целом минерализация подземных вод и содержание основных компонентов уменьшается преимущественно по мере удаления скважин от реки Седэ-Яха к центральным зонам депрессионной воронки (см. рис. 26). Это указывает на усиление прямой инфильтрации в процессе эксплуатации водозабора с поверхности таликов местных областей питания.

В летне-осенний период эколого-геохимическое состояние подземных вод на участке водозабора по большинству маркирующих компонентов можно оценить как удовлетворительное, на что указывает уменьшение содержания нефтепродуктов, общего железа, марганца, SiO₂, общего фона тяжелых металлов, кадмия (он нигде не превысил ПДК, даже в самых загрязненных участках зоны санитарной охраны). В то же время следует отметить увеличение содержания фенолов и расширение ареала его появления в подземных водах водозабора и в зонах санитарной охраны. Решающую роль при этом играет, очевидно, атмосфер-

ное загрязнение фенолом и увеличение степени раскрытости подземных вод. (Кравцов, 1999).

В целом на участке водозабора формируется инверсионный тип гидрогеохимического режима, когда минерализация и содержание основных компонентов в подземных водах (HCO_3 , Ca) в летне-осенний период увеличиваются, в то время как минерализация поверхностных вод уменьшается в 2-3 раза. Это определяется особенностями формирования гидрогеохимического режима поверхностных и подземных вод в районах развития многолетнемерзлых пород. Анализ данных гидрогеохимических исследований Харьковского государственного университета (Клочко, 1991, Пилипенко, 1991) и данных ТюменНИИгипрогаза (Кравцов, 1999, Ярославцев, 2000) указывает на относительную стабилизацию гидродинамического и гидрогеохимического режима подземных вод в районе водозабора за прошедший период (1994-2001 года) и на увеличение раскрытости некрасовского водоносного горизонта за счет формирования и расширения гидротермических таликов на площадке водозабора и территории зоны санитарной охраны II и III поясов и соответственно постепенным нарастанием техногенного загрязнения подземных вод.

3.6. Подмерзлотные воды

Формирование подмерзлотных подземных вод месторождение происходит в недрах крупнейшего резервуара подземных вод – Западно-Сибирского мегабассейна, который является классическим аккумулятором хлоридных натриевых вод, залегающих в осадочных отложениях с фациями нормальной солености (Ставицкий, Матусевич, 1969, Матусевич, 1976, 1984, Матусевич, Нелюбин, Каменев, 1982). Особенностью гидрогеохимического облика подземных вод здесь является отсутствие зоны сульфатных вод, что приводит к смене гидрокарбонатных их (сульфатных) разностей непосредственно хлоридными (Таблица П.18). В самой верхней части гидрогеологического разреза в зоне активного водообмена развиты гидрокарбонатные кальциевые воды, которые глубже сменяются натриевыми и затем хлоридными натриевыми, кальциево-натриевыми с повышенным содержанием иода (до –18 мг/л), брома (45-50 мг/л) и бора (8-10 мг/л). Минерализация вод 15-30 г/л. Максимальные содержания иода (30-33 мг/л) устанавливаются ниже по разрезу в валанжин-готерив-барремском гидрогеологическом комплексе, брома (до 13-160 мг/л) в подстилающем ниже-среднеюрском водоносном комплексе на глубинах 1300-2800 м. Здесь же встречаются рассолы с наиболее высокой минерализацией.

Формирование химического состава подземных вод связано с процессом длительной метаморфизации их генетических разновидностей. Характер и степень метаморфизации определяется взаимодействием воды с горными породами и органическим веществом, протекавшим в ходе геологического развития бассейна. Активную роль при этом играют поровые

растворы (слабо и рыхлосвязанные воды) с момента захоронения пород. Они участвуют в процессах преобразования горных пород, рассеянного органического вещества и пластовых вод, способствуя перераспределению между ними различных минеральных органических и газовых компонентов, одновременно существенно видоизменяя их состав, объем и генезис (Удодов, Назаров и др., 1983).

Значительную роль в формировании химического состава подмерзлотных вод в зоне активного водообмена играют криогенные процессы (Анисимова, 1982; Кононова, 1973; Пиннекер, Шварцев, 1982; Фотиев, 1978, Толстихин Н.И., 1971). Наиболее значительной криогенной метаморфизации подвержены воды, в составе которых содержатся в больших количествах гидрокарбонаты и сульфаты щелочных земель, которые интенсивно выпадают в осадок даже при небольшом понижении температуры, что также приводит к формированию хлоридного натриевого состава вод с минерализацией от 1-5 до 20-25 г/л (пресные и слабоминерализованные подземные воды) (Шварцев, Пиннекер, Перельман, 1982). На Уренгойском месторождении этот тип в мезозойских отложениях преобладает (см. табл. П.18). Обычно это относительно неглубоко залегающие воды (320-420 м – ниже подошвы многолетнемерзлых (Севостьянов, 1993). Местами они имеют гидравлическую связь с пресными подземными водами межмерзлотных таликов, которые широко распространены по площади месторождения в долинах рек, а также и на водоразделах. Их площади сокращаются с юга на север и севернее р. Табьяха встречаются только в долинах рек. Воды межмерзлотных таликов играют определенную роль в формировании химического состава подмерзлотных вод и их метаморфизма. Они опресняют верхние зоны подмерзлотных вод и способствуют формированию их хлоридно-натриевого состава. Кроме того (и это основной процесс криометаморфизма подземных подмерзлотных вод), неоднократное повторение процесса промерзания пород при изменении фазовой границы во времени соленасыщенность подземных вод вблизи нее снижается в несколько раз и нередко воды превращаются в ультрапресные. Зона опреснения, прослеживаемая непосредственно ниже мерзлых пород глубже сменяется зоной с более минерализованными, не измененными криогенезом водами (Кононова, 1974).

Подмерзлотные воды водоносного горизонта сеноманских отложений, залегающего ниже глубины 1200 м, являются почти бессульфатными, имеют хлоридно-натриевый состав минерализацию 16-18 г/л, значительную концентрацию J (15-18 мг/л), Br (40-50 мг/л). В (8-10 мг/л), NH₄ (15-25 мг/л). Они предельно насыщены газом (1900-2000 см³/л). Газ метановый (97-98 %). Присутствует азот (1,01 – 2,8 %) и двуокись углерода (0,1 – 0,5%). Температура вод у границы газовой контактной – 34°С. Мощность водонапорной системы, подстилающей сеноманскую газовую залежь, 1,5 – 2,0 км (Севостьянов, 1993),

В экологическом отношении очень важен состав и количественные концентрации микроэлементов в подмерзлых водах, которые естественным или техногенным путем могут быть связаны с подземными и поверхностными водами (зоной активного водообмена). В первом случае через тектонические нарушения, во втором – через загрязнение промышленными сточными водами, которые содержат в себе пластовые воды продуктивных горизонтов.

По данным В.М.Матусевича (1976) в водах глубоких (>1000-1500 м) водоносных горизонтов мезозойских отложений присутствуют: V, Ni, Co, Mn, Cu, Ba, Ti, Zn, Mo, Ag, Sn, Hg, Pb, Je. Им отмечена общая закономерность их распределения: - повсеместное увеличение их содержания от краевых частей бассейна к центральным. Наименьшие величины средних содержаний микроэлементов фиксируются в краевой зоне, наиболее высокие – во внутренней его зоне. Наиболее резкий скачок наблюдается при переходе от краевой зоны бассейна к внешней (табл.29). Уренгойское месторождение следует отнести к внешней или переходной от краевой к внешней зоне северо-восточной части мегабассейна (Тазовскому бассейну стока).

Таблица 29

Среднее содержание микроэлементов (в мг/л) в водах мезозойских отложений Западно-Сибирского бассейна

Зона бассейна	Число анализов	V	Ni	Co	Mo	Cu	Pb	Ba	Ti
Краевая	29	0,6	13,9	4,3	1,3	1,9	1,2	1,5	10,5
Внешняя	96	4,3	31,9	5,5	7,6	7,8	4,9	16·10 ³	131,0
Внутренняя	336	13,1	36,9	7,4	5,5	10,5	6,0	34·10 ³	147,0

Таким образом, в региональном распределении микроэлементов устанавливается достаточно четкая тенденция к горизонтальной зональности. Кроме того наблюдается почти повсеместное увеличение средних содержаний микроэлементов от пустых структур к контурной части нефтегазовых залежей и далее к приконтурным водам (Матусевич, 1976).

Другой региональной закономерностью в распределении микрокомпонентов является повышение их содержания с глубиной, что связано с повышением температуры, так как интенсивность химических реакций возрастает примерно вдвое на каждые 10°С. На Уренгойском месторождении температура в мезозойских отложениях возрастает от 30-35°С в

верхних частях разреза (сеноман) до 60-90°C (валанжинские и неокомские горизонты на глубинах более 1,5-2,5 км), соответственно значительно увеличивается содержание микроэлементов. (Кравцов, 2000). С экологической точки зрения разработка этих горизонтов менее благоприятна, так как количественное содержание микрокомпонентов в водах значительно увеличивается (в 2-3 и более раз).

На концентрацию микроэлементов определенное влияние оказывают компоненты солевого и газового состава вод. Среди газов главная роль принадлежит углекислоте. Содержание микроэлементов увеличивается также в случае повышенного содержания в них гидрокарбонат-иона, тем не менее прямой связи количества микроэлементов с величиной общей минерализации не отмечено (Матусевич, 1976). Чаще всего наблюдается обратная тенденция. Щелочные воды с повышенным содержанием гидрокарбонатов являются благоприятным фактором перехода в раствор органических веществ, металлоорганических комплексов.

Исходя из изложенного, большая часть вышеназванных микрокомпонентов, а также Вг, F, В, Ве являются индикаторами загрязнения природных (подземных и поверхностных) вод зоны активного водообмена.

К.Е.Питьева (1999) такие компоненты как Hq и Cd относит к прямым индикаторам загрязнения природных вод, присущим газовым и нефтяным залежам и обладающим повышенной летучестью. В подземных межмерзлотных водах Уренгойского месторождения, реже в поверхностных отмечается повышенное содержание Cd, иногда оно превышает ПДК ХП в 1,2-1,5 раз (см. табл. 24). В них же достаточно часто отмечается повышенное содержание Ве (1,3-5 ПДК ХП).

Из других опасных в экологическом отношении компонентов в подмерзлых водах широко распространены фенолы. В.М.Матусевич (1976) на основании своих исследований и обобщении данных других авторов (Барс, Носова, 1962) и др. указывает на нефтяную природу фенолов в подземных водах. Е.А.Барс и Т.И.Александрова (1967) установили, что основным поставщиком фенолов в воду являются легкие нефти (до 8 мг/л). В водах газовых залежей устанавливаются в основном невысокие концентрации фенолов. Тем не менее по данным наших исследований концентрация фенолов в промышленных сточных водах достигает 5,2 мг/л в южной части месторождения (УКПГ-1 АВ), где разрабатываются валанжинские газовые залежи, для сеноманской залежи она ниже – 0,245 мг/л (УКПГ-5) (см. табл. 23). Это является подтверждением того факта, что с увеличением возраста водовмещающих отложений идет неуклонное повышение концентраций фенолов (Матусевич, 1976).

Загрязнение фенолами поверхностных и подземных межмерзлотных ультрапресных вод часто происходит с поверхности промышленными сточными водами, попадающими в них в результате сброса на поверхность, в водоемы или утечек из технологических объектов

(нефтеловушек) и др. По интенсивности оно превосходит атмосферное загрязнение через атмосферные выбросы таких объектов как асфальто-бетонные заводы, выбросы газотурбинных агрегатов дожимных компрессорных станций и др, хотя ареал воздушного их загрязнения через почвы и снежный покров гораздо шире (см. рис. 22).

Нефтяная природа фенола часто определяет их совместное нахождение в поверхностных и подземных водах как загрязняющих компонентов. По данным Н.Л.Добежиной (2000) для речных вод бассейна средней Оби нефтепродукты и фенолы тесно взаимосвязаны между собой ($R=0,9$). Не менее тесная взаимосвязь отмечена и в поверхностных и межмерзлотных водах южной части Уренгойского месторождения в бассейнах рек Седе-Яха и Ево-Яха ($R=0,92$) (Кравцов, Цацульников, Путилин, 1999). Данные Недобежиной (2000 а), Кравцова (1997, 1998, 1999, 2000) также указывают на нефтяную природу большинства микроэлементов (Cu, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, V), попадающих со сточными водами в основном нефтегазоподготавливающих и нефтегазоперерабатывающих предприятий (УКПГ, ЦПС, ЗПК и др.).

Кроме фенолов в водах мезозойских отложений содержатся органические кислоты. Содержание их с увеличением возраста водовмещающих пород повышается (Матусевич, 1976). Так среднее содержание общих и летучих органических кислот в водах сенманского водоносного горизонта составляет 90 мг/л, в валанжинском горизонта – 740 мг/л, в юрском (неокомском) горизонте – 1240 мг/л. Содержание аммония в пластовых водах – до 90 мг/л (Кирюхин, Роговская, 1983). Большое содержание органики в пластовых водах мезозойских отложений определяет высокую перманганатную окисляемость промышленных сточных вод (2224-5520 мг/л – см. табл. 23).

Ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы и др.), составляющие 70-90% от веществ нефтей и продуктов ее переработки содержатся в водах мезозойских отложений в пределах 0,06-0,09 мг/л в законтурных структурах; 0,7 мг/л – приконтурных структурах на глубинах менее 1500 м (Матусевич, 1976). Органический фосфор в водах содержится в пределах 0,1-6000 мкг/л.

Из других компонентов вод мезозойских отложений, важных в экологическом отношении, являются также кремниевая кислота (50-400 мг/л) и железо (до 100-150 мг/л) (Филатов, 1961; Кирюхин, Роговская, 1983; Быкова, 1991).

Повсеместное распространение кремния в природных водах обуславливается силикатным составом пород, однако в силу его низкой растворимости и биофильности содержание его в водах невелико. Наиболее распространенные содержания – 5-30 мг/л. Воды с концентрацией более 50 мг/л приурочиваются к нижнемеловым и юрским отложениям. С ростом температуры вод мезозойских отложений отмечается незначительное увеличение содержа-

ния кремневой кислоты. Наибольшее увеличение ее содержания приходится на интервал температур 70-100°C. Не проявляется четкой зависимости содержания кремневой кислоты от величины рН и минерализации, при низких минерализациях часто отмечаются аномально высокие концентрации и наоборот (Быкова, 1991). Кремниевая кислота обнаруживает хорошую связь с нефтегазоносностью. Содержание ее в водах углеводородных залежей выше по сравнению с водами непродуктивных структур по всему разрезу. Она хорошо коррелирует с йодом, бромом, аммонием, гидрокарбонатом.

Содержание кремния в сеноманских и валанжинских сточных водах 5-10 мг/л. Эти величины не являются показателями содержания кремния в природных водах, так как в процессе очистки значительная часть его утрачивается (в нефтеловушках, флотаторах).

Содержание общего железа в сеноманских и валанжинских сточных водах южной части Уренгойского месторождения по нашим данным изменяется в пределах 29-66 мг/л (см. табл. П.27, 23).

О.М.Севостьянов (1993), изучивший минерализацию и общий химический состав промстоков и пластовых вод сеноманских отложений Уренгойского месторождения на предмет их совместимости при закачке промстоков в поглощающий сеноманский горизонт дает следующую характеристику промстоков Уренгойского месторождения. Преобладают промстоки с минерализацией менее 0,50 г/л: УКПГ-3,4,7,9, УЗПГК, БСНиИ; с минерализацией 0,5-1,0 г/л: УКПГ-1 А, 5,6,8,10,12,15; с минерализацией 1,0-2,0 г/л: УКПГ-1 и 2; более 2,0 г/л – УКПГ-13; более 3,0 г/л – УКПГ-8В и 11. Стоки нефтегазодобывающих предприятий имеют наибольшую минерализацию – 5,4 г/л (ЦПС-2) и 6,5 г/л (ЦПС-1).

По анионному составу стоки преимущественно гидрокарбонатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные с повышенным содержанием сульфат-иона, реже хлоридные, хлоридные с повышенным содержанием гидрокарбонат-иона, хлоридно-гидрокарбонатные. По катионному составу стоки преимущественно натриевые, кальциево-натриевые, кальциево-магниевые-натриевые и очень редко натриево-кальциевые.

По содержанию двухвалентного железа промстоки Уренгойского месторождения разделяются на несколько групп: где оно не обнаружено (УКПГ-1 А, 2,5,8В,9 и ЦПС-1), где содержание его невелико – 2 мг/л (УКПГ-11); где количество железа повышенное – 6,7-7,5 мг/л (УКПГ-1,7,12); где количество железа 15 мг/л, что составляет 1,44-8,32% экв. катионного состава (УКПГ-3 и 13), где концентрация железа достигает 20,0 и 22,5 мг/л или 16,48% экв от состава катионов (УКПГ-4,8,15, УЗПГК, ЦПС-2, БСНиИ); и, наконец, стоки с максимальным содержанием железа до 40,0 мг/л, что составляет 15,93-18,04% экв. катионного состава (УКПГ-6 и 10). Микрокомпонентный состав стоков практически не изучался.

Сама пластовая вода сеноманского поглощающего горизонта имеет хлоридный натриевый ионный состав, в котором исключительно преобладают ион хлора (9,3 г/л или 98,44%) и ион кальция (5,7 г/л или 92,67% экв.). Из микрокомпонентов определялись бром – 40 мг/л, иод 16,9 мг/л, общая минерализация – 15,6 мг/л, рН – 6,78 (Севостьянов, Захарова. 1993).

Химический макро-и микрокомпонентный состав промышленных сточных вод, образующихся в процессе подготовки газа, нефти, конденсата и в значительной своей части являющиеся пластовыми водами, добываемыми вместе с углеводородным сырьем, практически идентичен химическому составу глубинных пластовых вод, которые попадая на поверхность рельефа, в почвы, в почво-грунты, в поверхностные и подземные воды зоны активного водообмена в значительной мере определяют экологическое состояние последних наряду с атмосферным загрязнением и загрязнением буровыми сточными водами. Как показали исследования автора (Кравцов, 1996, 1997, 1998) непосредственное загрязнение почв, почво-грунтов, болотных и поверхностных вод пластовыми водами происходит и в процессе бурения и особенно испытания нефтегазовых скважин, а также их капитального ремонта. Такое загрязнение происходит в результате выброса пластовых вод из скважин и часто фиксируется высоким содержанием хлор-иона, брома, иода, повышенными концентрациями тяжелых металлов в болотных и поверхностных водах, почво-грунтах в радиусе 30-250 м. от места выброса (скважин).

Выводы по химическому составу и режиму природных вод территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения

1. Природные: поверхностные речные и озерные, подземные надмерзлотные, межмерзлотные воды месторождения приурочены к гумидно-ледовой макроне, зоне прерывистого и островного распространения многолетнемерзлых пород, гидравлически тесно взаимосвязаны. Это определяет формирование ультрапресных вод преимущественно гидрокарбонатных, кальциевых, магниевых, хлоридно-гидрокарбонатных натриевых, натриево-кальциевых вод. Весьма существенную роль в формировании химического состава вод играют процессы криогенного химического метаморфизма (вымораживания), что приводит к появлению хлоридно-натриевого, хлоридно-сульфатно-натриевого класса вод.

В ненарушенных условиях в природных водах формируются повышенные, значительно превышающие ПДК РХ и ПДК ХП концентрации Fe, Mn, Zn, AL, SiO₂, повышенное фоновое содержание Cu, Be, V, Ni, Co, нефтепродуктов и углеводородов, H₂S.

2. Подмерзлотные подземные (пластовые) воды продуктивных отложений формируются в недрах Западно-Сибирского мегабассейна. Воды основного подмерзлотного водоносного горизонта сеноманских отложений на месторождении безсульфатные, хлоридно-натриевые с минерализацией 16-18 мг/л со значительной концентрацией Fe (29-66 мг/л), J (15-18 мг/л), Br (40-50 мг/л), F, B (8-10 мг/л), NH₄ (15-25 мг/л), с повышенной концентрацией тяжелых металлов: V, Ni, Co, Mn, Cu, Ti, Zn, Ag, Sn, Hg, Pb, Cd, Be, нефтепродуктов, что очень важно в экологическом отношении. Названные компоненты естественным (через тектонические нарушения) и чаще всего техногенным путем попадают в поверхностные и подземные воды зоны активного водообмена, загрязняя их.

3. Сбросы и утечки буровых и промышленных сточных вод на поверхность приводят к глубокому геохимическому метаморфизму почв, почво-грунтов, грунтовых надмерзлотных вод, засолению почво-грунтов на значительных ареалах, которые являются вторичными источниками загрязнения природных вод.

4. Аварийные разливы и утечки нефти, конденсата, неосушенного газа, сжигание газа на факелах приводят не только к углеводородному загрязнению почв и вод, но и также к засолению почво-грунтов, грунтовых вод и загрязнению их микро- и макрокомпонентами пластовых вод.

5. Загрязнение промышленными сточными водами межмерзлотных вод, являющихся основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, приводит к глубокому техногенному химическому метаморфизму смешанных вод с образованием высоких концентраций сильно токсичных и опасных микрокомпонентов: Be, Cd, Co и др., формированию очень сильной агрессивной среды (воды), появлению в них метанола больших концентраций. Механизм такого метаморфизма на месторождении изучен пока слабо. Ареалы такого загрязнения достаточно велики и увеличиваются во времени по площади (до 1,5-2 км²). В настоящее время стоит вопрос по очищению межмерзлотного водоносного горизонта на загрязненных участках (УКПГ-1, УКПГ-9).

6. Загрязнение природных вод такими компонентами как J, Br связано с выбросами пластовых вод при бурении, капитальном ремонте и испытании скважин на газ и нефть. Имеет менее стабильный характер в силу химических свойств самих элементов и относительно небольших площадей их распространения.

7. Длительная более 20 лет эксплуатация крупного Ново-Уренгойского водозабора подземных вод в целом незначительно влияет на гидрогеохимический режим и химический состав подземных вод. Изменение концентраций макрокомпонентов носит в основном сезонный характер, также оно связано с изменением нагрузки на скважины и глубиной расположения их фильтровой части. Скважины с глубокими фильтрами дают воду с более высо-

кой концентрацией ионов Ca, Mg, HCO_3^- ^{в центре} депрессионной воронки. В основном сказывается опресняющий и выщелачивающий эффекты вод р. Седе-Яха и инфильтрационных вод, поступающих через таликовые зоны местных областей питания.

В процессе длительной эксплуатации отмечено сильное снижение закисного железа, а также некоторое снижение общего железа. Растворенное железо поступает в подземные воды за счет выщелачивания из водовмещающих пород и пород зоны аэрации (болотное железо) в таликовых зонах. Содержание общего железа по скважинам водозабора изменяется в пределах 0,5-4,6 мг/л. Отмечается постоянно высокий фон содержания фенолов, временами превышающий ПДК ХП, а также тяжелых металлов (Pb, Co, Ni, Cr, Hg, Cd, Be) в целом не превышающий ПДК, но имеющий тенденцию к постепенному росту. Достаточно высок фон нефтепродуктов (0,05-0,3 мг/л). По отдельным скважинам в разные периоды содержание нефтепродуктов превышает ПДК. Загрязнение водоносного горизонта идет в основном через реки Седе-Яха и Тамчару-Яха, а также таликовые зоны на территории промышленной зоны г. Новый Уренгой. Значительна роль и атмосферного загрязнения, чему способствует и слабая защищенность межмерзлотного водоносного горизонта на участке городского и локальных водозаборов, которая играет решающую роль в экологическом состоянии подземных вод.

8. На территории месторождения сформировался локальный (техногенный) гидро-геохимический фон природных вод в зоне активного водообмена.

9. Практически все поверхностные воды месторождения относятся к загрязненным, сильнозагрязненным, а в южной его части к чрезвычайно загрязненным. Подземные воды – загрязненные от слабо- до чрезвычайно загрязненных, местами не пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

4.1. Общий подход к концепции экологического мониторинга природных вод и его организации на территории нефтегазоконденсатных месторождений

Концепции экологического мониторинга основных компонентов природной среды: воздушной среды, водной среды, геологической среды, ландшафтов и почв, биоты и др. рассмотрены и представлены в работах многих исследователей географического, геологического, биологического цикла научных направлений. Наиболее общие и универсальные подходы к системе экологического мониторинга окружающей природной среды изложены в работах Ю.А. Израэля (1984, 1984а). В целом же выделяется целый ряд направлений экологического мониторинга, где делаются акценты на определенные компоненты ОПС и методы мониторинга: ландшафтно-геохимический (Глазовская, 1988; Глазовская, Касимов, 1989; Солнцева, 1998; Саэт, Ревич, 1990); гидрогеоэкологический (Питьева, 1993, 1994, 1999); мониторинг водных объектов (Баренбойм, Венецианов, 1998); мониторинг водонапорных систем нефтяных и газовых геологических структур (Корценштейн, 1977, 1988); литомониторинг (Кофф, 1983); инженерно-геологический мониторинг нефтегазовых месторождений (Захаров, 1985, 1987); мониторинг речных бассейнов (Корытный, 1974, Скакальский, 1991); экорегиональный мониторинг речных вод (Земцов, Крутовский и др. 2000).

Здесь мы не рассматриваем мониторинг биоты и специфичный мониторинг воздушной среды. Это достаточно самостоятельные виды экологического мониторинга, разрабатываемые специалистами инженерно-метеорологического и биологического направлений.

Практически все выше названные исследователи используют системный подход к проблеме мониторинга, но в систему включают разные объекты и соответственно предлагают разные целевые программы мониторинга. Одни рассматривают в качестве объекта мониторинга природно-технические геосистемы (ПТС) (Бондарик, 1983), геолого-технические системы (Захаров, Кофф), делая упор на надежность технических объектов и минимальный риск от воздействия геологической и географической среды, геологических процессов, на технические объекты. Другие за основу берут природные системы: ландшафтно-геохимические (Глазовская, 1988, Солнцева, 1998, Саэт, 1990), гидрологические системы (речные, бассейны) (Земцов и др., 2000, Корытный, 1974, Скакальский, 1991 и др.), комплексные природные системы: природные воды, поверхностные воды, породы, донные отложения, атмосферный воздух и др. (Питьева, 1999), геосистемы как географические про-

странственно-временные образования (Двинских, 1992). Отдельно можно выделить авторов, которые выделяют для мониторинга любой водный объект как таковой: речной бассейн, озеро и др., уделяя основное внимание самой технологии мониторинга: сбор и обработка данных по качеству воды, управляющие решения (Баренбейм, Венецианов, 1998).

В последние годы в системе ОАО «Газпром» разработана концепция производственного экологического мониторинга (ПЭМ), согласно которой экологическое слежение идет только в санитарно-защитных зонах всех объектов газовой отрасли (Постановление РАО «Газпром» № 29 от 14. 04.1995г.).

Как подчеркивает Н.П.Солнцева (1998) экологический мониторинг состояния окружающей среды на территории нефтегазодобывающих комплексов – сложная задача, не имеющая в настоящее время однозначного решения. Ее трудность определяется весьма насыщенной наземной и подземной техносферой. Территории нефтегазопромыслов, представляющие собой единый природно-хозяйственный объект, характеризуются большим количеством пространственно разбросанных технических сооружений, любое из которых может инициировать неблагоприятные экологические ситуации вплоть до чрезвычайных. Они могут приводить к изменениям геохимических и геофизических полей с последующей трансформацией ландшафтно-геохимических и биотических процессов, последствия которых необходимо предвидеть и контролировать. По мнению Ю.И. Пиковского (1993) система мониторинга нефтегазодобывающих комплексов (к таковым относится и Уренгойское месторождение) должна включать: 1) мониторинг состояния геологической среды – геоэкологический с контролем подземных и близповерхностных геохимических полей. Особое внимание обращается на состояние подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения; 2) мониторинг состояния наземной среды (ландшафтов) – собственно экологический. Следует полагать, что сюда входят и поверхностные водотоки (речная сеть) и водоемы (озера), как неотъемлемая часть ландшафтов. Концепция же экологического мониторинга ландшафтов нефтегазодобывающих комплексов не разработана. Практически нет ясности относительно объектов такого мониторинга, масштабов, объемов, а также методов его выполнения. (Солнцева, 1998). Наиболее сложны вопросы мониторинга крупных и очень крупных нефтегазодобывающих комплексов с разнообразными природными условиями.

При организации и ведении экологического мониторинга приоритет следует отдать наиболее распространенному, универсальному, динамичному и уязвимому компоненту окружающей природной среды. Таковым компонентом безусловно являются природные воды. В то же время они представляют целостную систему, которую можно отслеживать по заданным параметрам (показателям) и эффективно управлять ее состоянием. В силу своей универсальности, всепроницаемости и всеобъемлемости природные воды наиболее полно отражают

экологическое состояние других (остальных) компонентов природной и техногенной среды: атмосферного воздуха, почвы, ландшафтных образований (земли), геологических образований (среды), социума и др. Это самый информативно насыщенный компонент окружающей природной среды, включая сюда и искусственную среду.

Поэтому, признавая важность и необходимость экологического мониторинга других компонентов окружающей среды, мы в данной работе основной упор делаем на эколого-геохимический мониторинг природных вод, а точнее свой вариант такового на нефтегазовых месторождениях Севера Западной Сибири.

Для проектирования и организации систем эколого-геохимического мониторинга природных вод требуется наличие достаточного объема геохимической информации по территории месторождения. В связи с этим можно отметить достаточно спорное утверждение Г.М Баренбойма (1998), что проектирование системы мониторинга водного объекта можно начинать как бы с чистого листа. Типичный облегченный физико-математический подход: имеем природный объект, задаем его модель, исходя из медико-биологических, социально-экономических, правовых и других посылов, создаем систему слежения за объектом по заданным показателям качества объекта (вод) и управляем им. Как утверждает этот автор, можно иметь ограниченное число измеряемых параметров, к тому же не очень точных, приближенных, но иметь при этом хороший математический аппарат и задача мониторинга объекта будет успешно решаться. Вывод: моделей может быть множество, но ни одна из них при таком подходе не будет адекватной объекту при ограниченном объеме информации о нем и неточном ее содержании.

Далее, на территории месторождения все виды экологического мониторинга, в том числе и гидрогеоэкологический должны вести природопользователь, он же недропользователь в пределах сложившихся на его территории природных и природно-технических комплексов, при этом должны прежде всего учитываться границы бассейнов рек, в пределах которых объекты добычи, подготовки, транспорта углеводородов инициируют геохимическое загрязнение, границы гидрогеологических, а также ландшафтно-геохимических структур в пределах этих бассейнов. (Козин, Кравцов, 1995). В целом интенсивному геохимическому загрязнению подвергается вся левобережная часть бассейна р. Пур (см.рис. 1).

Как показывают опыт и результаты геохимических исследований на территории УНГКМ при проектировании и реализации программы эколого-геохимического мониторинга природных вод в первую очередь возникает необходимость геохимического картирования загрязненных химическими и органическими веществами территории месторождения с выделением и ранжированием источников загрязнения по их роли в формировании загрязняющих техногенных потоков, а также с определением региональных фоновых значений загряз-

няющих веществ (в основном тяжелых металлов, углеводородов, железа, азотсодержащей органики и др.). Последнее является обязательным условием для разделения природных и техногенных потоков загрязняющих веществ и выявления характера их распределения в природных средах: воде, почве, воздухе (Кравцов, 1998). Региональное геохимическое картирование должно выполняться на основе геохимических исследований: пластовых вод продуктивных горизонтов (сеноманского, валанжинского); углеводородов, нефтепродуктов, газа; межмерзлотных, надмерзлотных, поверхностных вод; четвертичных отложений, вовлекаемых в техногенез; почв; геодинамических зон, снежного покрова; законсервированных отходов бурения, полигонов свалок, техногенных и природных наледей, картирования аварийных разливов нефти, конденсата, утечек неосушенного газа.

На основе материалов геохимического картирования разрабатывается программа, технологическая схема и сеть гидрогеоэкологического мониторинга. Программа работ по мониторингу согласовывается со всеми заинтересованными органами областных, краевых и федерального уровней (прежде всего с природоохранными органами ЯНАО). Система эколого-геохимического мониторинга углеводородных месторождений Севера Западной Сибири должна встраиваться в Единую государственную систему мониторинга, которая создается на территории Российской Федерации согласно постановлению Правительства от 24.11.1993 г. (Козин, Кравцов, 1995; Кравцов, Осипов, 1994).

Эколого-гидрогеохимический мониторинг (как и другие виды экологического мониторинга) разрабатывается и осуществляется в рамках газовой отрасли предприятием-природопользователем (недропользователем), его внутриотраслевой экологической службой.

Создаваемые для целей мониторинга внутриотраслевые и вневедомственные информационно-экологические центры (банки данных) должны быть тесно увязаны между собой.

При осуществлении мониторинга должны широко внедряться современная приборная база, автоматизированные методы измерений и др. Кроме того необходима разработка и внедрение самого широкого комплекса нормативно-методических документов для осуществления мониторинговых эколого-геохимических исследований в регионе, аттестованных методик измерения массовых концентраций химических компонентов в природных и сточных водах, почвах, донных отложениях. Перечень методик, внесенных в Государственный реестр в 1997 году, составлял всего лишь 124 методики для вод, 6 методик для почв, одну – для донных отложений и одну для атмосферного воздуха. В настоящее время ситуация изменилась мало, в то время как для успешного выполнения эколого-геохимического мониторинга необходимо массовое поточное проведение химических анализов проб воды, почв, донных отложений, воздуха. Без этого экологический мониторинг природных вод практически невозможен.

Таковы общие подходы к организации и ведению экологического мониторинга природных вод. В целом он на основании проведенного эколого-гидрогеохимического анализа территории Уренгойского месторождения подразделяется на три относительно самостоятельных вида: 1) локальный мониторинг основных источников загрязнения, воздействия на почвы, надмерзлотные грунтовые воды, поверхностные воды; 2) гидрогеохимический мониторинг подземных межмерзлотных вод; 3) гидрогеохимический мониторинг бассейнов малых рек в левобережной части бассейна р. Пур в зоне влияния Уренгойского нефтегазоконденсатопромысла.

4.2. Локальный гидрогеохимический мониторинг основных источников загрязнения природных вод

Геохимический контроль за состоянием природных вод и почв необходимо выполнять на всех без исключения объектах подготовки нефти и газа (ЦПС, ДНС, УКПГ, ДКС), на вновь строящихся и вводимых в эксплуатацию кустах скважин, в местах аварийных утечек и разливов нефти, конденсата, приуроченных к участкам расположения трубопроводного транспорта, на участках компрессорных и перекачивающих нефтяных насосных станций, на участках складирования и захоронения отходов бурения, полигонах складирования производственных и бытовых отходов.

Для обязательного постоянного контроля выбираются ключевые участки: площадки кустов скважин, находящиеся в наиболее неблагоприятных экологических условиях (вблизи водоохраных зон и др.), а также в типичных природных условиях. Данные по контролю на ключевых участках экстраполируются на неконтролируемые участки объектов воздействия.

Общая схема контроля названных объектов показана в таблице 30.

Таблица 30

Схема гидрогеохимического контроля на объектах добычи, подготовки и транспорта углеводородного сырья

Этапы воздействия	Основные источники воздействия и контроля	Гидрогеохимический контроль			Примечание
		Постоянный	Постоянный на ключевых участках	Выборочный по ситуации	
1	2	3	4	5	6
Обустройство промысла	Бурение скважин	-	+	+	
	Испытания и промышленные исследования скважин	-	+	+	

продолжение табл. 30

1		2	3	4	5	6
Эксплуатация месторождений	Нормальная эксплуатация	Эксплуатация кустов скважин. Ремонт скважин	-	+	+	При стабилизации экологической ситуации контроль переходит в выборочный или прекращается
		Объекты подготовки нефти и газа; ЦПС, ДНС, УКПГ, ДКС	+	-	+	При улучшении экологической ситуации постоянный контроль переходит в выборочный
		Полигоны производственных и бытовых отходов	-	+	+	
		Жилые вахтовые поселки, промбазы	-	-	+	
		Эксплуатация трубопроводов	-	+	+	Постоянный контроль на участках узлов запуска-выпуска поршней
		Компрессорные, кустовые насосные, перекачивающие насосные станции	-	+	+	
	Аварийные ситуации	Разливы нефти и НП, выбросы газа, конденсата. Разливы пластовых и сточных вод, буровых растворов, химических реагентов. Выбросы нефти, газа, конденсата через факельные устройства, фонтанирование скважин, пожары, взрывы на разведочных и эксплуатационных скважинах	-	+	+	

Основное геохимическое воздействие загрязнителей на воды и почвы заключается в увеличении концентрации токсичных солей, тяжелых металлов, появление в них других чу-

жеродных растворимых компонентов (нефтепродуктов, метанола и др.), не свойственных природным водам и почвам, но токсичных для водной и почвенной биоты. Кроме того в почвах могут происходить процессы засоления, осолонцевания, изменения структуры, устойчивой деградации репродуктивных свойств почв. Наибольшее воздействие на почвы в этом плане оказывает большое количество растворимых солей иона натрия, способного к обменным реакциям, тяжелых металлов и других компонентов, поступающих из источников загрязнения в почвы.

Техногенное воздействие при освоении и эксплуатации нефтегазовых месторождений определяется очень широким спектром источников и загрязнителей (табл. 31) (Кравцов, 1998).

Метод контроля. В основу метода взяты наблюдения за распределением, миграцией и трансформацией основных загрязняющих веществ в природных средах, фиксирующие признаки и сигналы техногенного химического воздействия, кумулятивные эффекты этих воздействий, тенденции изменения геохимического состояния таких компонентов природной среды как почва, почво-грунты, природные воды. При этом используется сравнительный анализ химического состава сточных, природных почвенно-болотных и поверхностных вод, почв, донных отложений в контролируемых точках.

Метод учитывает особенности протекания геохимических процессов в природных и техногенных ландшафтах.

При бурении, испытании, исследовании, ремонте эксплуатации скважин на нефть и газ контролю подвергается химический состав природных почвенно-болотных, поверхностных вод (озерных, речных), снежного покрова, водных, кислотных и других вытяжек почв, грунтов, а также буровых сточных вод из действующих амбаров-накопителей, порового раствора из законсервированных амбаров-накопителей. Определяется их макрокомпонентный состав: аниона, катионы, физико-химические показатели (рН, еН и др.), окисляемость, а также содержание отдельных веществ и элементов-загрязнителей, которые так или иначе могут быть связаны с источниками загрязнения: ПАВы, нефтепродукты, В, АI, Zn, Mn, F, I, Br, Ba, Fe_{общ}, Ni, Ti, Cu, Cr и др.

Пластовые воды могут поставлять такие компоненты как Cl^- , SO_4^{2-} , Br, I, B, F, Fe, Na, Mn, Al, Mg, V, Ti, Ni, Cu, а также стать причиной засоления почв на участках выброса их на рельеф.

При химической обработке прискважинных зон продуктивных пластов растворами соляной (HCl) и плавиковой (HF) кислот в почвах и водах могут появляться Cl^- и F^- , сульфамини и др. Фосфор указывает на загрязнение органикой.

Таблица 31

Основные источники и виды воздействия на ОПС

Этапы воздействия	Режим эксплуатации	Основные источники и виды воздействия на окружающую природную среду	Возможные группы загрязнителей ОПС, соответствующие применяемой технологии	Возможный состав загрязнителей
1	2	3	4	5
Подготовка площадей к эксплуатации, обустройство промыслов	Строительство объектов эксплуатации	Бурение скважин; испытания и промысловые исследования скважин.	Буровые растворы, промывочные жидкости, реагенты для воздействия на пласт, цементы, шламы	Гипсовые, силикатные известковые, соляные, полимер-глинистые и другие виды буровых и промывочных растворов и утяжелителей, водно-нефтяная эмульсия, дизельное топливо, тяжелые металлы
Эксплуатация месторождений	нормальный	Эксплуатация и ремонт скважин.	а) Газ, конденсат и нефть, нефтепродукты, нефтяные шламы	Предельные, нафтенные, ароматические и другие группы углеводородов, фенолы, асфальтосмолы, H ₂ S, тяжелые металлы
			б) Реагенты для увеличения отдачи пласта (включая углеводородные растворители)	Легкая нефть, сжиженный газ, пластовый газ с содержанием конденсата менее 10 см ³ /м, HF
		Установки комплексной подготовки газа и газоперерабатывающее оборудование. Центральные пункты сбора и подготовки нефти, газа и воды. Кустовые насосные и перекачивающие насосные станции. Компрессорные станции. Эксплуатация трубопроводов разного назначения. Складирование и захоронение отходов (включая очищенные и неочищенные стоки).	в) Минерализованные сточные воды (с минерализацией до 18 г/л)	Главным образом хлоридно-натриевые, разные группы углеводородов, ДЭГ, метанол, Br, I, B, тяжелые металлы
		Факельные устройства и запальные свечи.	г) Продукты неполного сгорания газов, конденсатов, нефти	ПАУ, включая 3,4 бенз(а)пирен, сажа, H ₂ S, SO ₂ , NO _x , CO _x , тяжелые металлы
		Базы производственного обслуживания и материально-технического снабжения. Транспортное хозяйство. Эксплуатация жилых вахтовых поселков.	д) Воды бытовой канализации, нефтепродукты, твердые бытовые отходы	Жиры растительные и животные, натриевые соли, сода, синтетические моющие средства, полифосфаты, фенол, аммонийный азот, нитриты, нитраты, нефтепродукты, тяжелые металлы
	при аварийных ситуациях	Разливы нефти и нефтепродуктов разного состава. Выбросы газа и конденсата. Разливы пластовых и сточных вод разного состава. Разливы буровых растворов, Разливы химических реагентов. Выбросы нефти, газа, конденсата через факельные устройства или неплотности скважин. Открытое фонтанирование скважин. Пожары и взрывы на разведочных и эксплуатационных скважинах. Перетоки нефти и минерализованных вод в подземные горизонты через прорывы кондукторов, повреждения эксплуатационных колонн.	Все вышеперечисленные группы загрязнителей	Все вышеперечисленные составы загрязнителей

Кроме определения приведенных геохимических показателей в комплексе должно выполняться биологическое тестирование проб сточных, природных вод, водных вытяжек почв, донных отложений, грунтов, снеговых вод.

Состав контролируемых показателей в зависимости от типа и характера воздействия объектов показаны в табл. 32.

Площадки объектов подготовки нефти, газа: УКПГ, ДКС, ЦПС, ДНС имеют достаточно сложные структуры техногенного загрязнения. Количество источников загрязнения на них может достигать 2-3 и более. Основным источником загрязнения являются производственные сточные воды, обогащенные метанолом, диэтиленгликолем, нефтепродуктами, солями и микрокомпонентами пластовых вод. Соответственно в природных водах, почвах, грунтах должны определяться химические ингредиенты пластовых вод, а также метанол, диэтиленгликоль, углеводороды, нефтепродукты и др., выполняться биотестирование.

Источниками загрязнения могут быть также сами места хранения и пользования горюче-смазочных материалов, метанола, диэтиленгликоля.

Хозяйственно-бытовые сточные воды являются источником повышенного содержания органики ионов NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , полифосфатов, СПАВ, фенолов и др.

Контроль на объектах транспорта нефти, газа, метанола должен вестись на всех местах аварийных разливов, утечек нефти, газа, конденсата, метанола (см. табл. 30, 31). Соответственно контролируемые ингредиенты в почвах, грунтах, природных водах должны быть углеводороды, нефтепродукты, метанол (при разливах метанола) агрохимические и агрофизические свойства почв при рекультивации, общий химический состав природных вод и др. (табл.32).

На компрессорных кустовых и перекачивающих насосных станциях газ очищается в сухих циклонных пылеуловителях, где от газа отделяются и собираются в специальные емкости механические примеси, минерализованная вода и конденсат.

При периодической очистке линейной части трубопровода выводятся твердые и жидкие компоненты загрязнения, скапливающиеся в газопроводе. Твердые примеси обычно содержат: грунт, продукты коррозии труб, примеси песка из пластов. В жидких примесях содержится конденсат, минеральные масла, минерализованная вода, органические кислоты, метанол и диэтиленгликоль. Загрязняющие компоненты жидких примесей контролируются в природных водах, почвах на территории компрессорных станций и прилегающих участках. Очищенные хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды сбрасываются в поверхностные водотоки. Соответственно при сбросе этих вод контролируется их макрокомпонентный и микрокомпонентный химический состав, а также состав воды водотоков, куда они сбрасываются. При разливах нефти и нефтепродуктов на площадках нефтеперекачивающих

Продолжение таблицы 3 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7. Факелы, запальные свечи	Рассеивание продуктов сгорания углеводородов	"- не определяется щелочность, БПК ₅ , полифосфаты	"-	Нефтепродукты, бенз(а)пирен, токсичность по ускоренному биотестированию	"-	не определяются	"-	Нефтепродукты, мг/кг, токсичность водных вытяжек из почв по ускоренному биотестированию	"-	"-	"-	"-
8. Жилые вахтовые поселки промбазы	Площадки поселков, участки сброса сточных вод	"- не определяется щелочность	Mn, Fe, Zn, Pb, Cd, Hg, Cu, Al	Жиры, нефтепродукты, бенз(а)пирен, ПАВ, СПАВ, фенол, токсичность по ускоренному биотестированию	"-	"-	"-	"-	"-	"-	"-	"-
9. Полигоны производственных и бытовых отходов	Складированные производственные и бытовые отходы	"- не определяется щелочность	Pb, Cd, Hg, Fe, Mn, Zn, Cr, Co, Ni, Cu, V, Bi, B	Нефтепродукты, бенз(а)пирен, ПАВ, СПАВ, фенол, метанол, ДЭГ, токсичность по ускоренному биотестированию	"-	"-	Cd, Hg, Pb "-, а также метанол, ДЭГ	"-	"-	"-	"-	"-

станций контролируются пятна разлива и ареалы их влияния на природные воды и почвы (см. табл. 30).

На площадках факелов, запальных свечей загрязнение природных вод и почв происходит в основном за счет продуктов сгорания и реже за счет выброса нефти и пластовых вод через запальные свечи.

Контроль загрязнения почв и почвенно-болотных вод выполняется на площадках под факелами, запальными свечами и на ареалах их влияния. Состав определяемых геохимических показателей показан в табл. 32.

Полигоны складирования производственных и бытовых отходов. Опасными для окружающей природной среды являются места размещения отходов от таких крупных площадочных сооружений как УКПГ-ДКС, компрессорные станции, базы и др. (см. табл 11) (Соколинская, 1996).

Вахтовые жилые поселки, промбазы. Загрязнение природных вод и почв происходит за счет бытовых сточных вод, сбрасываемых после очистки на рельеф, продуктов неполного сгорания котельных, а также свалок бытовых отходов. Состав определяемых геохимических показателей показан в табл. 32.

4.2.1 Организация и производство гидрогеохимического контроля.

Предварительный анализ состояния почв и природных вод в процессе подготовки контроля должен проводиться на всех этапах жизненного цикла объектов контроля, в том числе и на стадии проектирования.

В результате такого анализа должны быть получены данные о фоновом химическом составе природных вод, почв на участке, химическом составе пластовых вод, вскрываемых скважинами продуктивных горизонтов, химическом составе вод (пресных подземных или поверхностных), используемых для водоснабжения объектов, химическом составе водных вытяжек из насыпных грунтов, используемых для отсыпки площадок объектов и полотен подъездных дорог к ним, а также о микрокомпонентном составе (тяжелые металлы) транспортируемых нефтей или нефтепродуктов, используемых в рецептурах буровых растворов. Кроме того необходимы сведения о химическом составе снегового покрова на участке объектов контроля.

Эти данные являются исходными, фоновыми для последующего геохимического анализа загрязнения почв и природных вод в процессе жизненного цикла контролируемых объектов.

При отсутствии таких сведений в отчетных, литературных (по региону) и других источниках необходимо организовать и получить недостающие данные путем непосредственного отбора проб на участке контроля и их анализа.

С целью уменьшения затрат на определение фоновых данных по снегу, насыпным грунтам, пластовым водам, водам на технические и хозяйственные нужды, водам на приготовление раствора, работ следует проводить на выбранных ключевых участках (карьер, водозабор, водяная скважина, озеро, река, типичный заснеженный участок, горизонт пластовых вод) с дальнейшим обобщением и распространением полученных данных на участки, где эти данные можно использовать.

Для геохимического анализа возможного загрязнения в процессе воздействия объектов на окружающую природную среду, обязательно определяется химический состав водных растворов загрязняющих стоков: производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, буровых сточных вод, в том числе состав и количество тяжелых металлов и микрокомпонентов-неметаллов, а также наличие в них токсичных органических компонентов: нефтепродуктов, метанола, фенола и др. Данные по таким анализам также должны использоваться как типовые, то есть для большего количества объектов контроля, но с учетом возможных вариаций на тех или иных объектах.

Перед началом контроля соответствующие службы организаций, в ведении которых находятся объекты контроля, должны быть полностью осведомлены о фоновом экологическом состоянии почв и природных вод участка, а также о характере и возможных фоновых и техногенных загрязнителях.

При бурении, испытании, промысловых исследованиях скважин контроль производится в теплое время года при открытом или законсервированном котловане-накопителе, куда сбрасываются, а затем консервируются отходы бурения, а также остатки технологических растворов, используемых при испытании и промысловых исследованиях скважин. Содержимое накопителя может являться источником загрязнения при некачественном исполнении накопителя посредством фильтрации через насыпные грунты, переливе, нарушении бортов накопителя и др. Кроме того в процессе испытаний скважин через запальные свечи и отводы возможны выбросы рабочих технологических растворов, пластовых вод, бурового раствора, попадающие за пределы накопителя.

Количество точек отбора проб воды должно быть не менее пяти-шести. Особое внимание уделяется характерным точкам, расположенным в подножье насыпей, а также местным фоновым точкам, на которые влияние накопителей практически исключается. Точки опробования между точками под насыпью и фоновыми являются промежуточными. Количество таких точек 1-2. Точки опробования, попадающие на одно направление, образуют профи-

ли опробования. Как правило, один из профилей располагается по направлению преимущественного стока поверхностных и подземных (надмерзлотных) вод, другой – вкрест этому стоку (рис. 27).

В месте сбора отходов бурения в накопитель или недалеко от него (обычно у вибросита), отбирается проба жидкой фракции отходов.

Расстояние между точками под насыпью и первыми промежуточными точками на профиле по стоку может составлять от 20-30 до 50-60 м и более метров в зависимости от уклона поверхности. Фоновые точки необходимо располагать вне зоны влияния накопителя.

В выбранных и подготовленных точках контроля отбираются пробы воды. В условиях заболоченной местности, болот, открытых водоемов специальной подготовки для точек контроля не требуется. Для этой цели используются «окна» болот, мочажины, прибрежная часть озер, водотоков котлованов с водой. Объем проб воды составляет от 5 до 16 литров в зависимости от видов и количества назначаемых анализов.

Если точки контроля попадают на поверхность кустовой площадки с законсервированным накопителем, на необводненные дренированные участки естественной поверхности рельефа, то на них проходят шурфы, шурфо-скважины на глубину сезонно-талого слоя глубиной до 2,0-2,5 м. Из этих выработок отбираются пробы поровых растворов (подземных вод) также в объеме до 16 литров.

Количество пробных площадок для отбора проб почв должно быть не менее двух-трех на каждом участке исследования. Площадки приурочиваются к точкам под насыпью, к местам попадания выбросов (см. рис. 27), фоновым участкам. Размеры площадок определяются по ГОСТ 17.4.3.01-83.

Отбор проб почв на загрязненных участках в районе горизонтальных факелов производится по румбической сетке по 4-8 направлениям через 50, 100, 200 и более метров.

Отбор проб донных отложений. На участках контроля, где встречаются достаточно крупные водоемы (озер), водотоки (реки), попадающие в зону влияния источников загрязнения (накопителей), из дна последних в прибрежной части отбираются пробы донных отложений. Количество точек отбора проб определяется в зависимости от числа таких объектов, но обычно не более 1-2.

Отбор и подготовка проб снега. При отборе проб снега оценивается нагрузка изучаемых загрязнителей (фоновое атмосферное загрязнение, загрязнение от объектов добычи, подготовки и др.).

Периодичность и время контроля. Схема геохимического контроля на объектах добычи нефти и газа показана в табл. 31. Объекты на ключевых участках, начиная с разбуривания кустов эксплуатационных скважин и кончая периодом нормальной эксплуатации, на

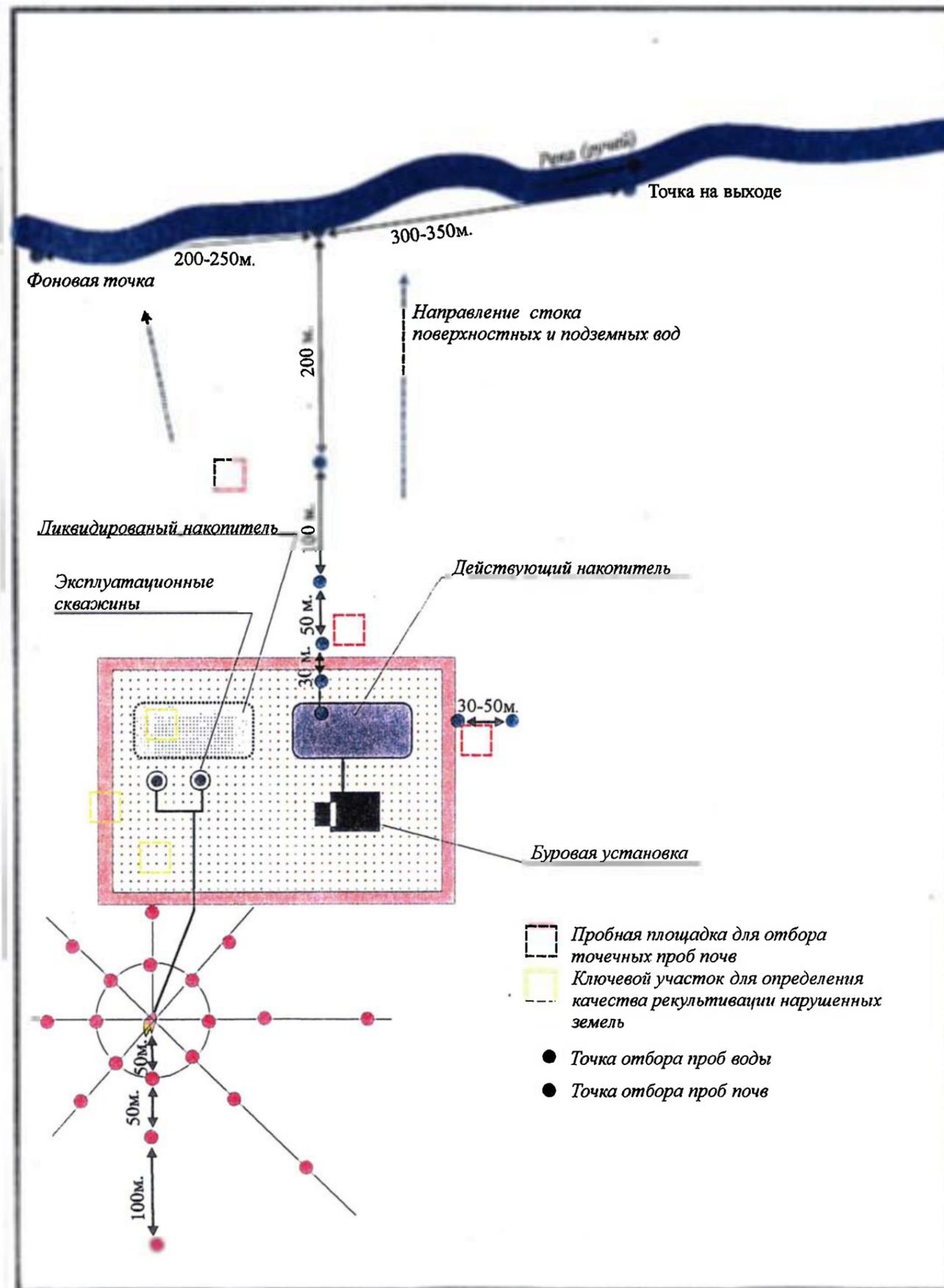


Рис. 27 Схема геохимического опробования кустовой площадки и прилегающей территории

блюдаются постоянно до полной стабилизации геохимических условий участка (от 3 до 6 и более лет).

Объекты вне ключевых участков контролируются выборочно в течение 1-2 лет в зависимости от продолжительности цикла: бурение, испытание, исследование скважин.

Во всех случаях контроль на объектах добычи ведется в теплый период года (июнь-сентябрь) при оттаивании сезонно-мерзлого слоя за исключением отбора проб снега на ключевых участках в конце марта – начале апреля. Отбор снеговых проб производится два раза: перед началом бурения (фоновые пробы) и перед пуском скважин в эксплуатацию, сразу после зимнего периода воздействия на окружающую среду данных объектов в процессе бурения, испытания, исследования скважин.

Геохимический контроль ведется как минимум в три цикла: перед началом бурения, в процессе бурения, в процессе испытаний и промысловых исследований скважин, захватывая соответствующий слой загрязнения.

Эксплуатация кустов скважин, ремонт скважин. Нормальная эксплуатация кустов скважин должна исключать загрязнение почв и природных вод на участке кустов. Тем не менее потенциальным, а часто и действующим источником загрязнения, являются законсервированные накопители отходов бурения, особенно если консервация выполнена некачественно, а также скважины в период ремонта, когда в качестве накопителей используются пожарные котлованы или делаются новые. Кроме того загрязнение может случиться при операциях продувки скважин.

Схема выбора расположения наблюдательных точек для отбора проб воды, почв, донных отложений, методика отбора проб аналогична выше описанной. Исключение составляет выбор точки на площадке законсервированного накопителя. Необходимо определить контуры накопителя и в центре контура пройти шурф или шурфо-скважину на глубину сезонно талого слоя, из которых может быть отобрана проба воды (порового раствора) или проба из отходов бурения для приготовления водной вытяжки, если пройденная выработка будет безводной (сухой или замороженной).

При выборе пробных площадок и мест отбора точечных проб почв следует определить места выбросов нефтепродуктов, пластовых вод, рабочих жидкостей через отводы, запальные свечи, неплотности скважин на рельеф в процессе ремонта испытаний и исследований скважин.

Участки загрязнения почв выбросами должны полностью попадать в пробные площадки.

Объекты подготовки нефти и газа: УКПГ, ДКС, ЦПС, ДНС. Это самые крупные по площадному размещению, сложные по технологическому строению и экологическому воз-

действию на ОПС объекты нефтегазовых месторождений. Достаточно интенсивное геохимическое воздействие на почвы и природные воды может идти от нескольких технологических звеньев объектов: основных технологических и вспомогательных цехов (смыв атмосферными осадками утечек метанола, диэтиленгликоля, дизтоплива, масел, нефти, производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, атмосферное загрязнение от работы котельных, газотурбинных агрегатов с оседанием на почвы продуктов неполного сгорания и др.), площадок нефтехранилищ (разлив нефти), площадок очистных сооружений, площадок поглощающих скважин (утечки сточных вод), площадок сброса сточных вод, на которые в случае выхода из строя поглощающих скважин вынужденно сбрасываются эти воды.

Перед началом контроля обязательно отбираются пробы производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод в местах до входа их в очистные сооружения и после прохождения всего комплекса очистки перед закачкой их в поглощающие скважины.

При попадании водотоков в зону влияния объектов подготовки пункты контроля устанавливаются на них с учетом требований ГОСТа 17.1.3.12-86 раздела 6.1 (рис. 28). Кроме точек пунктов контроля на водотоках должны закладываться профили точек наблюдения и отбора проб воды от источников загрязнения по направлениям общего стока в сторону водотоков. Количество и расположение профилей и точек на них определяется конкретными геоморфологическими, ландшафтными и гидрологическими условиями участка контроля, а также расположением самих источников загрязнения относительно этих условий. Количество точек на профиле не менее двух-трех. Расстояние между точками на профиле от 25-30 м до 100-150 и более метров в зависимости от уклона поверхности.

Схема расположения точек отбора проб воды, почв, донных отложений на участке УКПГ показана на рис. 28.

Количество пробных площадок для отбора почвенных проб определяется количеством загрязненных участков земли: сами площадки УКПГ-ДКС, ЦПС-ДНС, площадки под факельными устройствами, площадка сброса сточных вод, транзитная площадь стока от площадки технологических цехов к водотокам и др.

Пробные площадки для отбора фоновых почвенных проб должны выбираться вне зоны влияния источников загрязнения в аналогичных ландшафтно-геохимических условиях. Пробы отбираются из единых генетических слоев (горизонтов) и типов почв.

На участках наиболее интенсивного загрязнения почв (очагах загрязнения): площадках сброса сточных вод, разлива НП, метанола и др. предлагается случайно-упорядоченная сетка пробоотбора почв с размерами ячейки от 100х100 м до 500х500 м. Размеры пробных площадок внутри ячеек могут сокращаться до 10х10 м с отбором не менее пяти точечных проб и не более 12-15 проб. Пробы отбираются по конверту. Средний объем точечной поч-

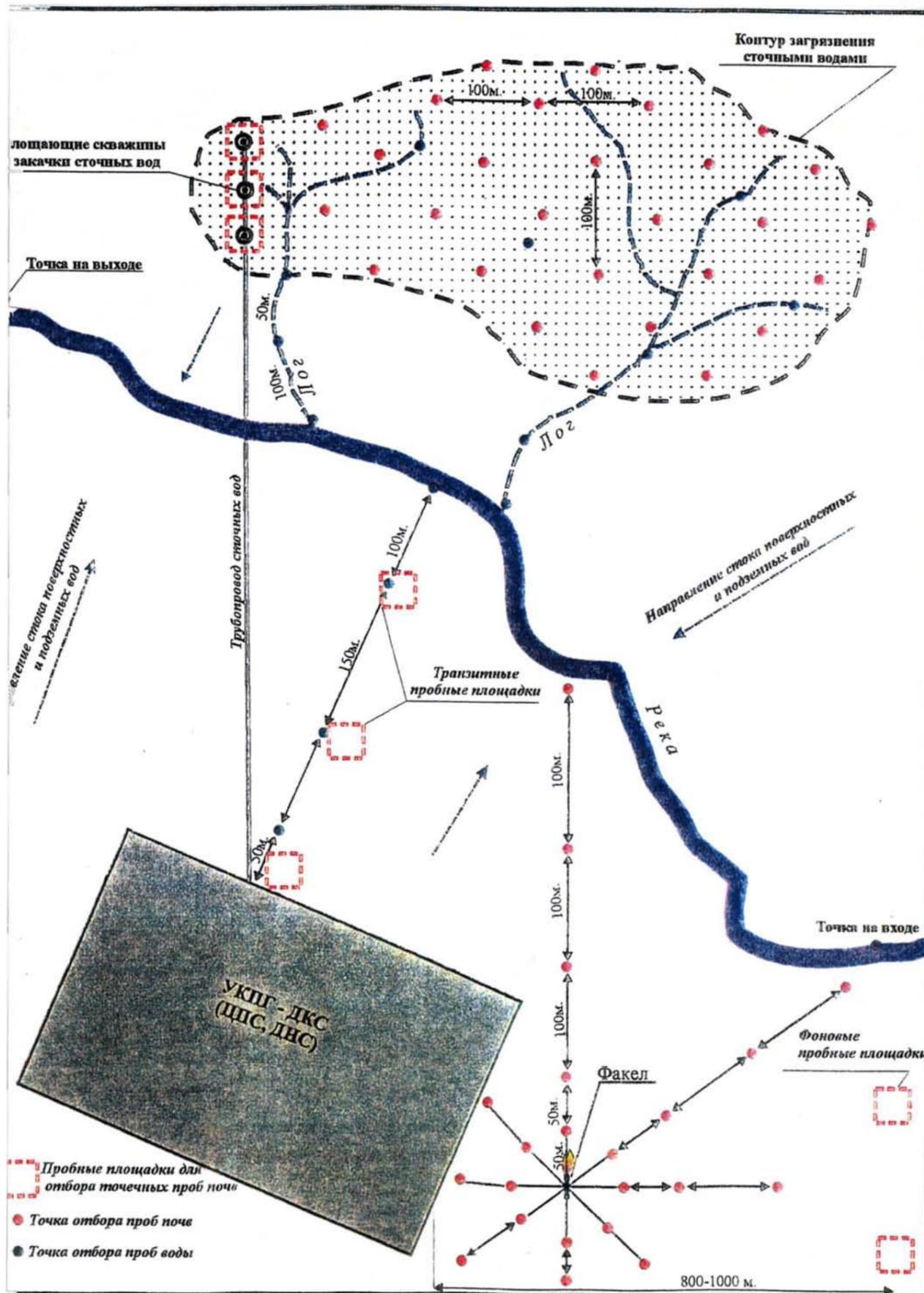


Рис. 28 Схема геохимического опробования площадки УКПГ – ДКС (ДПС, ДНС) и прилегающей территории

венной пробы 300-400 г, объединенной – до 1 кг. Объединенная проба получается путем смешивания точечных проб с последующим квартованием.

На площадках под запальными свечами и факелами предлагается румбическая сетка пробоотбора почв по 4-8 направлениям через 50, 100, 200 .

Геохимический контроль на объектах подготовки нефти и газа ведется постоянно в течение всего периода их эксплуатации. Объем наблюдений и опробования может быть сокращен до необходимого минимума при стабилизации и улучшении экологической ситуации на площади объектов. Работы по контролю, за исключением отбор проб снега, ведутся в теплый период года при максимальной или близкой к ней мощности сезонно-талого слоя.

Отбор проб снега приурочивается к пробным почвенным площадкам и площадкам отбора проб воды и осуществляется в конце зимнего периода (в марте-апреле). Периодичность отбора снеговых проб один раз в три года.

Эксплуатация трубопроводов. Геохимический контроль на землях размещения трубопроводного транспорта в условиях нормальной, безаварийной ситуации проводится выборочно. Для этого выбираются участки различные в ландшафтно-геохимическом и техногенном отношении. Данные по контролю на этих участках используются как фоновые для сравнения с данными контроля на участках аварийных разливов углеводородов, метанола, находящихся в таких же ландшафтно-геохимических условиях.

Профили с точками отбора проб воды располагаются вкrest оси коридора трубопроводов и в направлении стока поверхностных и подземных вод (рис. 29). Количество точек на каждом профиле не менее 2-3. Расстояние между точками в зависимости от конкретных ландшафтно-геохимических, гидрологических, техногенных условий от 50 до 100 и более метров.

Пробные площадки для отбора почвенных проб выбираются на турбированных и на рекультивированных фоновых поверхностях. На этих поверхностях размеры площадок составляют 10x10 м. Количество пробных площадок не менее двух.

Отбор снега приурочивается к пробным площадкам.

Наблюдения и контроль выполняются в летне-осенний период. Отбор снега приурочивается к пробным площадкам и производится в конце марта – начале апреля.

При аварийных ситуациях на трубопроводах геохимическому контролю подвергаются участки разливов углеводородов, выбросов газа, пожаров и т.п. Прежде всего оконтуриваются площади аварийных воздействий. Для этой цели используются аэровизуальные и наземные наблюдения, данные свежей аэрофотосъемки участков трубопровода, где произошла авария.

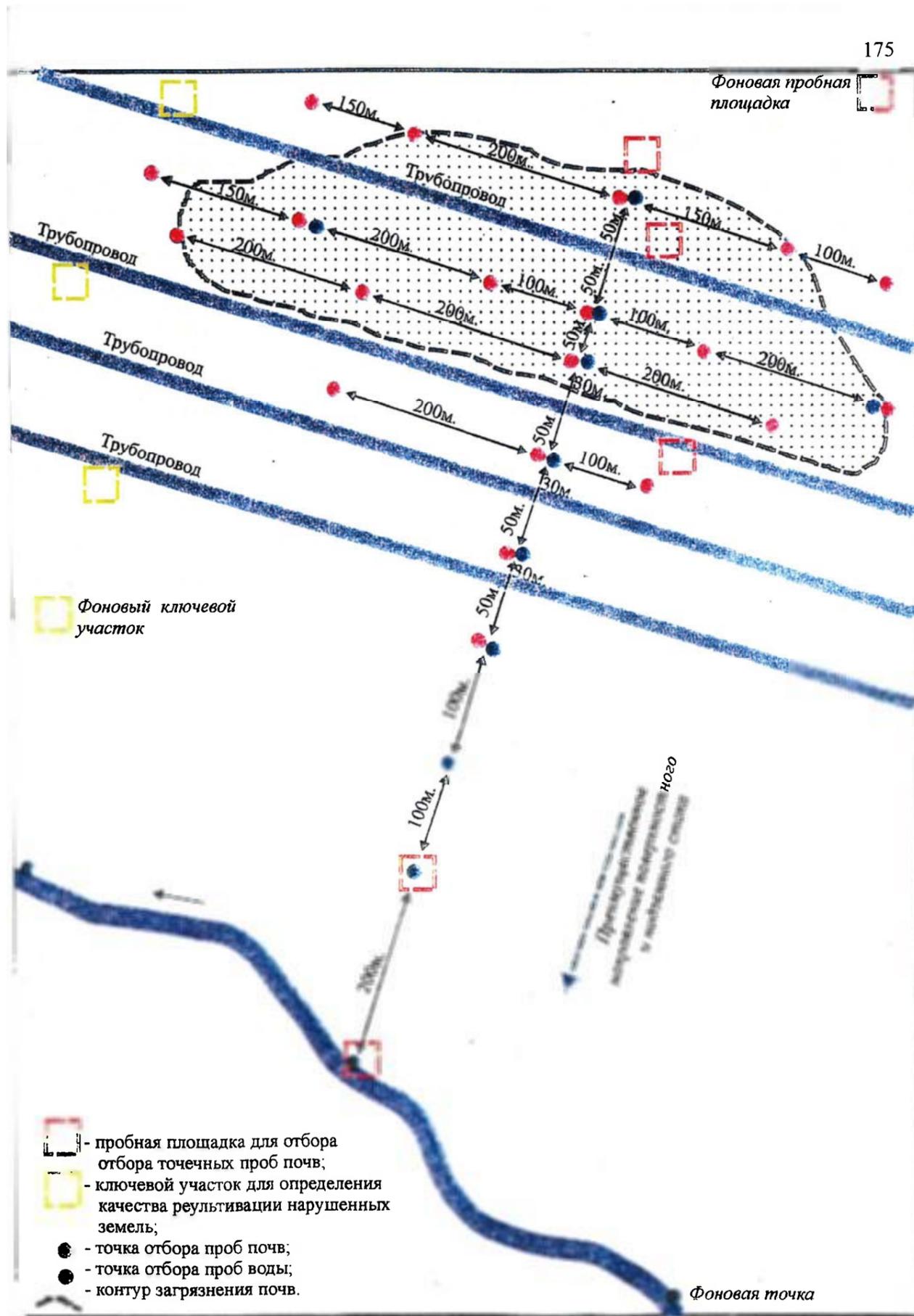


Рис. 29 Схема геохимического опробования участка трасс магистральных трубопроводов и прилегающей территории

Профили точек отбора проб воды должны начинаться сразу от контуров загрязнения в направлении стока природных вод и проходить до ближайших водотоков или водоемов. Количество профилей не менее двух, ориентированных вкрест друг другу с целью охвата основного ареала загрязнения. Расстояние между точками контроля колеблется от 30-50 м до 100-150 м и более в зависимости от уклонов и скорости распространения загрязнения, обусловленной конкретными ландшафтными и гидрологическими условиями (см. рис. 29).

Пробы почв в пятне загрязнения отбираются по линейной сетке. Количество пробных площадок для отбора проб почв за пределами пятна загрязнения должно быть не менее четырех. Располагаются они вдоль профиля стока. Две площадки должны быть сразу за контуром загрязнения, с обеих его сторон, третья и четвертая в зоне уменьшающегося влияния пятна загрязнения. Размеры пробных площадок, количество и характер размещения точечных проб на них принимаются по ГОСТ 17.4.3.01-83 разделы 5,6,7.

Участки крупных разливов, пожаров, находящиеся в неблагоприятных экологических условиях (попадание загрязнения в водоохранную зону и т.п.) должны наблюдаться постоянно до стабильного улучшения состояния почв и природных вод в результате выполнения природоохранных мероприятий или без таковых. Наблюдения ведутся в теплый период года. Пробы снега отбираются в конце зимнего периода.

Компрессорные, кустовые и перекачивающие насосные станции. Методика выбора профилей, точек опробования, пробных площадок нормальной эксплуатации аналогична выше изложенной.

Ключевыми участками считаются площадки компрессорных, кустовых и перекачивающих насосных станций, в зону влияния которых попадают рыбохозяйственные водоемы (озера) и водотоки (реки). Контроль на них ведется постоянно.

Таковы общие методические подходы к организации и ведению локального мониторинга источников загрязнения природных вод. Более детально методика локального мониторинга изложена в «Регламенте геохимического контроля почв, природных вод...» в РД 39-1.13.-002-98 (Кравцов, 1998). В нем изложены также разделы «Лабораторные исследования... Оформление и интерпретация результатов контроля». Перечень нормативно-методических РД по измерению концентраций компонентов в природных и сточных водах, почвах и др.

4.3. Гидрогеохимический мониторинг межмерзлотных подземных вод.

Мониторинговые гидрогеохимические наблюдения должны выполняться по всем водозаборам, эксплуатирующим межмерзлотный водоносный горизонт на территории УНГКП. Это прежде всего крупнейший городской водозабор г. Нового Уренгоя, водозаборные скважины предприятий и организаций в промзоне города, водозабора УКПГ, КС, вахтовых поселков.

Методика мониторинговых наблюдений месторождений подземных вод и участков водозаборов рассмотрена во многих работах: Коноплянцев, Лапшов, 1984; Лапшов, Рубейкин, 1989; Питьева, 1993, Цветков, 1998; Боровский, Язвин, 1998 и др. При участии автора (Кравцов, Цацульников, 1999, 2001) были разработаны предварительные рекомендации по мониторинговым наблюдениям за качеством подземных вод на водозаборах подземных вод УНГКП с учетом выполненных ранее гидрогеологическими, гидрогеохимическими, гидрологическими исследованиями на участках водозаборов (ХГУ, 1982-1994 гг., ТюменНИИгипрогаз, 1979-2001 гг.), а также работ вышеназванных авторов.

Наблюдения за качеством подземных вод в рамках гидрогеохимического мониторинга направлены на получение количественных характеристик их физических свойств, химического состава и их пространственно-временных изменений. Для этого, с учетом природных и техногенных условий, должен быть установлен оптимальный перечень анализируемых компонентов химического состава, рациональное количество водных проб и периодичность их отбора.

Перечень нормируемых компонентов, содержания которых подлежат контролю в подземных водах, определяется требованиями следующих документов: ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Правила выбора и оценки качества», СанПиН 2.1.4.027-95 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения», СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». При этом следует учитывать местные природные и гидрогеохимические условия участка водозабора и вероятные изменения химического состава подземных вод под влиянием техногенного воздействия.

При проведении гидрогеохимического мониторинга в состав контролируемых показателей качества подземных вод входит стандартный перечень микробиологических,

обобщенных, санитарно-токсикологических, органолептических и радиологических показателей.

Для оценки безопасности воды в эпидемиологическом отношении достаточным является контроль ее микробиологических показателей (колиформные термотолерантные и общие бактерии, общее микробное число, коли-индекс) с периодичностью отбора один раз в каждый из сезонов года. В наблюдательных скважинах микробиологические показатели могут не определяться.

Контролируемые геохимические показатели подземных вод можно условно разделить на четыре группы (Боревский, Язвин, 1998).

1. Обобщенные показатели, определяющие основной геохимический облик подземных вод и миграционную способность нормируемых микрокомпонентов. В их состав входят: водородный показатель, органолептические свойства воды, общая минерализация (сухой остаток), общая жесткость, перманганатная окисляемость, нефтепродукты, фенолы, поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эти показатели входят в перечень обязательно определяемых в питьевых водах и анализируются не реже одного раза в сезон (Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству..., 1996).

При наличии выявленных очагов загрязнения в состав контролируемых геохимических показателей могут быть дополнительно включены величина окислительно-восстановительного потенциала подземных вод (Eh) и состав водорастворенных газов (гелия, кислорода, водорода, азота и др).

2. Приоритетные показатели характеризуют региональные особенности химического состава подземных вод, отличаются наибольшей частотой обнаружения, а их фоновые содержания превышают или приближаются к уровню ПДК ($C_f > 0,5$ ПДК). В группе этих показателей может существенно увеличиваться доля специфических соединений, прежде всего органических веществ, связанных с техногенной деятельностью человека.

Установленные приоритетные геохимические показатели следует определять по всей площади месторождения в наблюдательных и эксплуатационных скважинах четыре раза в год (по сезонам).

3. Фоновые показатели объединяют показатели наиболее часто встречающиеся содержание которых в подземных водах изменяются от 0,1 до 0,5 ПДК. Эти показатели подлежат контролю один раз в год, реже 2 раза в год (в период паводка и межени) в 30-50% эксплуатационных скважин. В пробах, отбираемых из скважин наблюдательной сети определение фоновых показателей следует проводить только в случае обнаружения устойчивого роста их содержаний в эксплуатационных скважинах.

4. Контрольные показатели характеризуются фоновыми концентрациями в подземных водах меньше 0,1 ПДК. Контрольные показатели анализируются один раз в год (в период паводка) в 10-25% эксплуатационных скважин.

В процессе проведения гидрогеохимического мониторинга подземных вод возможна корректировка перечня отмеченных выше гидрохимических показателей в зависимости от изменений условий формирования химического состава вод.

Учитывая изложенные выше общие положения по ведению гидрогеохимического мониторинга, а также особенности мерзлотно-гидрогеологических и экологических условий участка Новоуренгойского водозабора, нами предложены следующие предварительные рекомендации по производственному контролю качества воды в эксплуатационных скважинах (табл. 33).

Ежемесячный контроль следует проводить по скважинам, расположенным по периферии водозабора, с целью скорейшего обнаружения возможного поступления загрязняющих компонентов. Аналогичная периодичность контроля необходима для скважин промзоны и УКПГ, в особенности асфальтового завода, где есть вероятность поступления в подземные воды техногенных загрязнений.

Для остальных эксплуатационных скважин внутреннего контура водозабора достаточен ежеквартальный контроль по сокращенному перечню показателей. Отбор проб поверхностных вод из р. Седеяха (створ I) следует проводить круглогодично, а не только в теплый период, поскольку они являются одним из основных источников питания подземных вод на участке водозабора.

Периодические контрольные анализы в общем случае необходимо проводить по достаточно простым в определении интегральным показателям загрязненности: электропроводность с пересчетом на минерализацию, перманганатная окисляемость, жесткость и щелочность. Только при значительном превышении среднего значения электропроводности по сравнению с фоновым необходимо проводить подробный анализ солевого состава: сульфата, гидрокарбоната, хлорида, нитрата, нитрита, аммония, натрия, калия, кальция, магния.

При превышении среднего значения перманганатной окисляемости необходимо проводить расширенный анализ на органические загрязнители: нефтепродукты, ПАВ, фенолы. Определение цинка и меди может явиться индикатором обнаружения техногенного загрязнения подземных вод тяжелыми металлами или изменения окислительно – восстановительных свойств среды. В этом случае необходим более расширенный анализ на 10 – 15 тяжелых металлов, распространенных в природных водах месторождения.

Определение активной кремниевой кислоты, сульфида, фосфата, железа, марганца является обязательным, так как эти показатели для условий водозабора являются весьма рас-

пространенными и требуют регулярного определения в первую очередь для контроля качества водоподготовки.

Таблица 33

Рекоменуемый план контроля качества воды городского водозабора

№	Точка отбора (№ скважины)	Периодичность	Анализируемые показатели	Примечание
1	2	3	4	5
1	1/2, 1/7, 1/13, 2/1, 2/14, 3/5, 3/18, 3/20, 4/1, 4/18, 5/1, 5/5, 5/7, 5/12, 5/15, Приемная камера	Ежемесячно	рН, жесткость, цветность, мутность, электропроводность (в ед. минерализации), окисляемость перманганатная щелочность, активная кремнекислота, сульфид, фосфат, железо общее, марганец, нефтепродукты, ОМЧ, коли - индекс	При значении электропроводности свыше 100 мг/дм в пересчете на NaCl проводить химический анализ солевого состава: Сульфат, Гидрокарбонат, Хлорид, Нитрат, Нитрит, Аммоний, Натрий, Калий, Кальций, Магний
2	Скв. Асф. завод Скв. №5(Уралец) Скв. №6(УГРС) Скв. №7(УГДРС)	Ежемесячно	рН, жесткость, электропроводность (в ед. минерализации), щелочность, активная кремнекислота, сульфид, фосфат, железо общее, марганец, нефтепродукты, цинк, медь, ОМЧ, коли - индекс	При значении электропроводности свыше 100 мг/дм в пересчете на NaCl проводить химический анализ солевого состава. При содержании цинка свыше 0,1 мг/дм и меди свыше 0,01 мг/дм проводить анализ на содержание суммы тяжелых металлов: свинца, кадмия, хрома, никеля, кобальта,
3	2/6, 2/9, 3/9, 3/12, 4/5, 4/9, 4/12	Ежеквартально	рН, жесткость, электропроводность (в ед. минерализации), окисляемость перманганатная щелочность, активная кремнекислота, сульфид, железо общее, марганец, нефтепродукты	При значении электропроводности свыше 100 мг/дм в пересчете на NaCl проводить химический анализ солевого состава.
4	Гидропосты №1 (р. Сздэяха) №2 (р. Томчаруяха) №3 (р. Томчаруяха)	Раз в месяц в весенне – летний период и раз в квартал в зимн. период	рН, жесткость, электропроводность (в ед. минерализации), окисляемость перманганатная щелочность, активная кремнекислота, железо общее, марганец, нефтепродукты, ОМЧ, коли - индекс	При значении электропроводности свыше 100 мг/дм в пересчете на NaCl проводить химический анализ солевого состава.
5	Скважины после ППР	1 раз в год	электропроводность (в ед. минерализации), ОМЧ, коли - индекс	При значении электропроводности свыше 100 мг/дм в пересчете на NaCl проводить химический анализ солевого состава.

4.4. Гидрогеохимический мониторинг бассейнов рек месторождения

Необходимость такого мониторинга очевидна прежде всего с точки зрения оценки общего гидрогеохимического стока с бассейнов рек и разделения природных и техногенных потоков веществ, проходящих через эти бассейны. Главная цель этого вида мониторинга количественно определить массы и концентрации природных химических веществ в водах бассейна в разные сезоны года и многолетние периоды, массы и концентрации веществ, привносимых в воды техногенными потоками, их количественную трансформацию в геохимических ландшафтах.

Такой мониторинг выполняется по специально разработанной программе, где должны быть выделены контуры бассейнов рек, в которых формируется водный сток и сток растворенных неорганических и органических веществ: ионный сток, сток микроэлементов, сток биогенных веществ (Алекин, 1970). В ней обосновывается размещение и количество постоянных и временных гидрогеохимических и гидрометрических постов (пунктов) с учетом техногенных источников, формирующих в их пределах ландшафтно-геохимические арены (Глазовская, 1988). Оценивается также подземный геохимический сток, как составляющая общего гидрохимического стока (Шварцев, 1978).

Схема ориентировочного размещения постов показана на рис. 30

Пункты (посты) на малых и средних реках должны отражать состав местного стока, наиболее близкий к естественному, представлять генетические однородные совокупности, характеризующие отдельно 1) зимнюю межень (накануне половодья), 2) половодье (Земцов, Крутовский и др. 2000). Количество наблюдаемых показателей химического состава и качества речных вод включает в себя не менее 12 измеряемых по сети Гидрометслужбы переменных, входящих в 3 группы: главные ионы, органические и биогенные вещества.

В группу главных ионов входят: HCO_3 , SO_4 , Cl , Ca , Mg .

Органические вещества оцениваются по ХПК, БПК, нефтепродуктам, фенолам.

Биогенные вещества оцениваются по аммонийному азоту (NH_4), нитратному (NO_3), нитритному (NO_2) азоту, а также по фосфатам, кремнию (SiO_2), железу.

Кроме того на выбранных ключевых пунктах определяются характерные для УНГКП микроэлементы: Ni , Ti , Cu , V , Co , Cd , Hg , Pb , Cr , Ba , Be и др.

Основные методы расчета солевого (ионного) выноса рассмотрены в работах О.А. Алекина (1970), О.А. Алекина, Л.В. Бражниковой (1964). Сток микроэлементов изучен в работе Г.С. Коновалова, В.И. Кореневой (1979). Методы расчета выноса биогенных элементов рассмотрены в работе В.М. Калинина, С.И. Ларина, И.М. Романовой (1998).

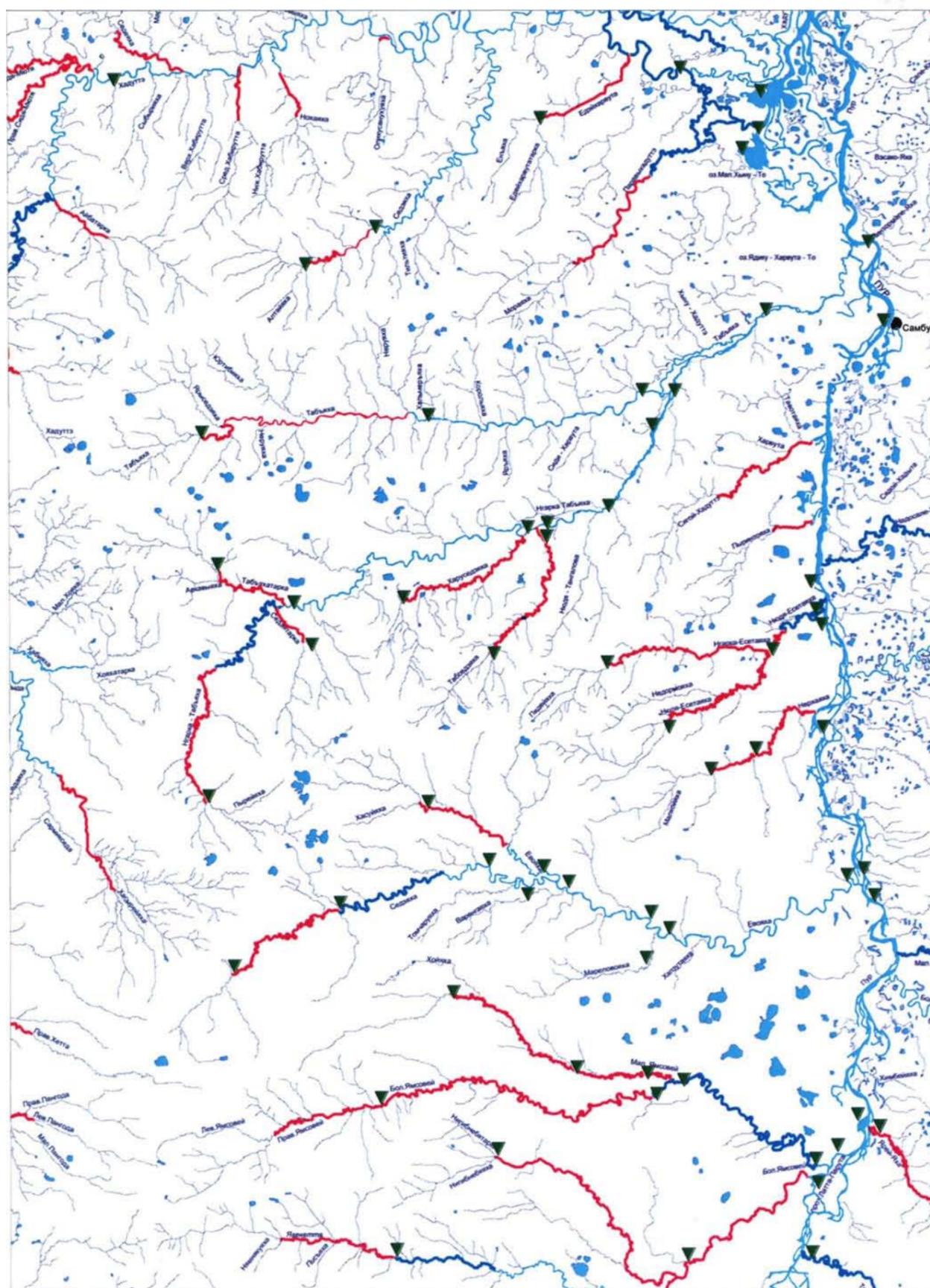


Рис. 30 Схема расположения гидрохимических постов
Условные обозначения:

- - ежегодно промерзающие реки
- - реки, промерзающие на отдельных участках
- - непромерзающие реки с круглогодичным стоком
- ▼ - гидрохимические посты, совмещенные с временными гидрологическими постами

Вопросы подземной химической денудации и химического выноса в зоне распространения многолетнемерзлых пород рассмотрены в работах С.Л. Шварцева (1978, 1982).

Географо-гидрологическому и ландшафтно-геохимическому анализу подвергается вся территория Уренгойского месторождения, включая Ен-Яхинское, Песцовое, Северо-Уренгойское месторождение и, частично, месторождений Юбилейное (верховье рек Седэ-Яха, Бол. Ямсовей), Ямсовейское (верховье реки Ягенетта), которые входят в состав левобережной части бассейна р.Пур, относящейся к разряду крупных рек в регионе (см. рис. 40). Основные левобережные притоки реки Пур: Ягенетте, Ямсовей, Ево-Яха, Табьяха, Хадуттэ относятся к средним рекам (с площадью водосбора 3970-8350 км²) (Лезин, 1995). В средних и нижних течениях эти реки не промерзают даже в самые суровые зимы (Путилин, 2001). Формируют надрусловые сквозные (рр. Ягенетта, Ямсовей, Ево-Яха) и несквозные (Табьяха, Хадуттэ) талики. В основном на этих реках устанавливаются гидрохимические и временные гидрометрические посты (см.рис.30).

Согласно основной концепции географо-гидрологического метода каждый речной бассейн может быть представлен рядом элементарных водосборов, имеющих одинаковые природные условия: стокоформирующих комплексов (Ландшафтно-гидрологический анализ..., 1992, Калинин, Ларин, Романова, 1998). Для выполнения расчета стока с выделенных СФК по формулам, предложенным в вышеуказанных работах необходимо построить серию специальных карт: карты уклонов, почв, землепользования, а также ландшафтно-геохимических арен. Сопряженный анализ этих карт позволяет построить карту СФК.

Первым этапом построения такой карты является выделение площади водосбора. Как показывает опыт для большинства малых рек наиболее оптимальным для этой цели является масштаб топографических карт М 1:100000 (Калинин, Ларин, Романова, 1998). Для вышеуказанных рек, левых притоков реки Пур с площадью водосбора 2000-9000 км² такой масштаб карты также будет наиболее оптимальным. При площади водосбора менее 200 км² целесообразно применение более крупных масштабов.

Построение карты уклонов водосборов можно выполнить на основании информации, имеющейся на самой топографической карте. При обработке этой информации необходимо получить поле точек со значениями уклонов, на котором проводятся изолинии с интервалом 1-10‰ в зависимости от расчленения водосбора (Калинин, Ларин, Романова, 1998). Карта уклонов позволяет достаточно быстро определять средний уклон СФК. При построении почвенной карты водосбора можно использовать почвенные карты административных районов (Надымского и Пуровского), которые выполнены в масштабе 1:100000. В пределах водосбора выносятся все почвенные контуры с необходимой их генерализацией.

Карта землепользования масштаба 1:100000 составляется на основании данных администрации Надымского и Пуровского районов ЯНАО, ООО «Уренгойгазпром».

Карта ландшафтно-геохимических арен в масштабе 1:100000 составляется по данным эколого-геохимического картирования территории и локального эколого-геохимического мониторинга. Используются также данные гидрогеохимического мониторинга межмерзлотного водоносного горизонта: площадь распространения, гидрогеохимический режим, защищённость подземных вод.

На основании сопряженного анализа этих карт создаётся карта контуров с однородными факторами формирования стока (карта СФК). На территории водосбора малой (средней) реки выделяется от 10 до 20 СФК. Карта СФК является основой для составления таблиц количественных характеристик контуров с однородными факторами формирования стока. Главная же цель этой карты, которая является расчетной гидрологической моделью территории, отражающей поверхностный, подземный (в зоне наиболее активного водообмена) и гидрохимический сток в её пределах – определение мест заложения гидрогеохимических постов. Наблюдения по ним должны дифференцированно отразить гидрохимический сток с бассейнов рек и роль СФК (природных и техногенных) в формировании его, разделить техногенные и природные потоки химических и органических веществ.

Для построения карты СФК определяется площадь СФК, данные о полной и наименьшей влагоемкости, гидроскопичности, коэффициенте фильтрации почв СФК, данные о влагозапасах в активном слое почв в период снеготаяния, о максимальных запасах воды в снеге, глубине промерзания–оттаивания. Описанная схема гидрологического моделирования бассейнов малых рек разработана и опробована в основном для южных регионов Западной Сибири (Калинин, 1998). Для региона УНГКМ эта схема моделирования требует привязки к его природным условиям, но в целом она может быть успешно применена для целей мониторинга его территории.

Выводы по методическим рекомендациям по организации и ведению экологического мониторинга природных вод нефтегазовых месторождений Западной Сибири.

Все три вида экологического мониторинга на территории месторождения в комплексе должны решать следующие задачи:

1. Определение текущего экологического состояния природных вод на территории месторождения по критериям оценки экологической обстановки для выявления зон чрезвычайно экологической ситуации и зон экологического бедствия с обязательным картированием этих зон и отражением динамики их состояния; разработку и осуществление защитных мероприятий на основании результатов мониторинга.

2. Количественная оценка формирующихся природных и техногенных потоков химических и органических веществ в природных водах: привнос от загрязняющих источников, трансформация и аккумуляция этих веществ в различных геохимических ландшафтах территории УНГКМ, солевой вынос и вынос загрязняющих веществ за пределы геохимических ландшафтов, стокоформирующих комплексов, бассейнов малых и средних рек и территории месторождений в целом. Долговременный прогноз выноса солей и загрязняющих веществ с территории месторождения в р. Пур и в эстуарий Тазовской губы.

3. Количественная оценка самоочищаемости малых, средних рек и реки Пур в интервалах привноса загрязняющих веществ.

4. Оценка эффективности превентивных природоохранных мероприятий, проводимых на Уренгойском нефтегазопромисле с целью охраны природных вод, и экологической культуры производства в целом, принятие управляющих решений по корректировке этих мероприятий.

Выводы

В работе дан анализ эколого-геохимического состояния природных вод месторождений Западно-Сибирской газоносной провинции на примере Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. Определены основные источники загрязнения природных вод, рассмотрено формирование их состава и режима.

- Выполненные исследования позволяют выявить достаточно полную ситуацию экологического состояния природных (поверхностных, подземных надмерзлотных и межмерзлотных подземных) вод на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения.

- Выявлена и обозначена определяющая роль надмерзлотных подземных вод региона в формировании техногенного фона природных вод в зоне активного водообмена в целом в условиях мощного техногенно-геохимического пресса на окружающую природную среду при освоении, разработке и эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений. По данным автора глубокому геохимическому метаморфизму почво-грунтов и надмерзлотных вод, подвержено не менее 20-25 % площади Уренгойского месторождения. На участках наиболее концентрированного воздействия сточными водами и нефтяными разливами формируются пятна засоления и осолонцевания почвогрунтов. Это участки у кустовых площадок, участки полигонов захоронения промышленных сточных вод, пятен нефтяных разливов. Они являются также и вторичными источниками загрязнения природных вод.

- Выявлена значительная роль процессов криогенного химического метаморфизма (вымораживания) в формировании химического состава надмерзлотных вод, который в условиях постоянного загрязнения приводит к усилению и углублению техногенного геохимического метаморфизма надмерзлотных вод и почво-грунтов в целом.

- Исследованиями выявлен и обозначен факт формирования на месторождении искусственных техногенных ландшафтно-геохимических систем, играющих большую роль в распределении, трансформации техногенных и природных потоков химических веществ, формировании практически повсеместного техногенного геохимического фона природных вод на месторождении, показана необходимость локального эколого-геохимического мониторинга этих систем, даны методические рекомендации по его ведению.

- Впервые на территории Уренгойского месторождения выявлен участок техногенного геохимического загрязнения и выраженного техногенного метаморфизма мезмерзлотного водоносного горизонта, являющегося в настоящее время практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на месторождении. Загрязнение и метаморфизм прогрессируют во времени и по площади. Фактически выявлен участок чрезвычай-

ной экологической ситуации, грозящей перейти в экологическую катастрофу: полную непригодность водоносного горизонта для хозяйственно-питьевых нужд на значительной площади его распространения. Возникшая экологическая ситуация показывает крайнюю необходимость организации и ведения гидрогеохимического мониторинга некрасовского межмерзлотного водоносного горизонта на всей площади его распространения и использования, особенно для крупного Ново-Уренгойского водозабора, который эксплуатирует этот же горизонт в очень сложных мерзлотно-гидрогеологических и эколого-геохимических условиях и находится в относительной близости от вышеназванного участка (12-14 км).

- Длительная более 20 лет эксплуатация самого Ново-Уренгойского водозабора в целом не оказала отрицательного влияния на гидрохимический режим и качество подземных вод. Постоянно высокий фон содержания в подземных водах на участке водозабора фенолов, временами превышающего предельно допустимую концентрацию, нефтепродуктов, а также тяжелых металлов (Be, Cd, Co, Pb, Ni, Cr), обусловлен негативным влиянием промзоны города Нового Уренгоя, особенно асфальтобетонного завода. Последний должен быть вынесен далеко за черту города, так как инициирует более 80 % загрязнений подземных вод, отбираемых водозабором. Особенно опасны его выбросы в атмосферу, содержащие большие концентрации Be, Co.

- Основное геохимическое загрязнение природных вод на территории Уренгойского месторождения инициируется промышленными сточными водами, содержащими в себе весь набор загрязняющих ингредиентов пластовых подмерзлотных вод: органические вещества, фенол, нефтепродукты и углеводороды, железо, марганец, Be, Co, V, Ni, Ti, Cd и др.

- Загрязнение природных вод ингредиентами буровых сточных вод охватывает почти всю территорию месторождения за счет большого количества кустовых площадок (около 500) и равномерного их распределения по площади. Основными загрязняющими ингредиентами являются: углеводороды, нефтепродукты, Fe, Cr, Cu, V, Ni, Ti, Br, I, B, Mn, а также метанол, диэтиленгликоль, ПАВ.

- Реки правобережной части бассейна р.Пур играют транспортную роль, перенося, осаждая и трансформируя, попавшие в них загрязняющие ингредиенты, загрязняя ими подземные надмерзлотные и межмерзлотные воды на участках таликовых зон. Озера играют аккумулялирующую, трансформирующую роль и одновременно могут быть поставщиком накопленных загрязняющих ингредиентов в подземные межмерзлотные воды.

- Для поверхностных вод региона наибольшую опасность представляет их загрязнение нефтепродуктами, углеводородами и фенолами, что в перспективе наиболее опасно для эстуария Тазовской губы, в которую впадает река Пур, левобережная часть бассейна которого дренирует почти всю площадь Уренгойского месторождения, а правобережная значитель-

ную часть площади Заполярного месторождения. Левобережная часть бассейна реки Таз, в которой формируются промысловые запасы ценных пород рыб дренирует остальную площадь Заполярного месторождения, находящегося в начальной стадии освоения. Как показывает практика освоения и разработки Уренгойского месторождения, эта стадия характеризуется наиболее массивными техногенными потоками загрязняющих веществ. В связи с этим на Заполярном месторождении необходимо срочно организовать и проводить эколого-геохимический мониторинг природных вод на локальном и бассейновом уровнях, с целью выявления источников загрязнения, разработки и осуществления превентивных мероприятий.

- В подземных межмерзлотных и надмерзлотных водах, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения наиболее распространены и опасны нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы. Наиболее токсичные из них Be, Co, Cd имеют тенденцию к увеличению концентрации в воде во времени на территории всего месторождения и часто превышают предельно допустимую концентрацию в очагах промышленного загрязнения, особенно в южной части месторождения, где межмерзлотный водоносный горизонт наименее защищен.

- В целом для природных вод региона характерно высокое фоновое содержание железа, марганца, кремнезема, значительно превышающее предельно-допустимые концентрации (1п-10п ПДК). Загрязнение промышленными и буровыми сточными водами увеличивает эти показатели в природных водах в очагах загрязнения.

- Практически все поверхностные воды Уренгойского месторождения относятся к загрязненным, а в южной части к чрезвычайно загрязненным. Подземные межмерзлотные воды загрязнены от слабо до чрезвычайно загрязненных. В местах сильного промышленного загрязнения они не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

- На территории месторождения сформировался природно-техногенный, переходный к преимущественно техногенному фон природных вод в зоне активного водообмена. Отдаленные последствия формирования техногенного фона природных вод не всегда ясны. Возникающие в результате техногенного метаморфизма изменения в почво-грунтах, надмерзлотных и межмерзлотных водах всегда отрицательны для состояния природных систем. Возможности их самовосстановления в большинстве случаев проблематичны, а неожиданного возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, как показывает выполненный анализ, весьма вероятны. В этих условиях производство эколого-геохимического мониторинга природных вод на территории месторождений Западно-Сибирской газоносной провинции необходимо и оправдано как с экологической так и экономической точек зрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекин О.А., 1970. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат,- 442 с.
2. Алексеев В.В., Эленбоген А.М., 1974. О методике выделения комплексных гидрогеохимических аномалий. // Применение гидрогеохимического метода при поисках рудных месторождений.- М.: ВСЕГИНГЕО,- с. 110-114.
3. Алексеенко В.А., 1990. Геохимия ландшафта и окружающая среда.- М.: Недра,- 142 с.
4. Андреева Е.Н., 1981. Нефть и загрязнение среды на Американском Севере. Изв. АН СССР, сер. геогр., №3, с. 86-97
5. Анисимова Н.П., 1973. Криогенная метаморфизация химического состава подземных вод. // Международная конференция по мерзлотоведению. Вып. 5. Якутск.- с. 5-12.
6. Анисимова Н.П., 1982. Криогидрохимические особенности мерзлой зоны.- Новосибирск: Наука,- 151 с.
7. Афанасьев А.П., Каменев А.П., Коношко В.В., 1987. Опыт использования гидрогеологических особенностей Уренгойского и Ямбургского месторождений в связи с водоснабжением газопромысловых объектов.- М.: ВНИИЭгазпром,- 33с.
8. Барс Е.А., Носова А.Н., 1962. К вопросу о растворенном органическом веществе в водах меловых и юрских отложений средней части Обь-Иртышского бассейна. // Геохимия нефти и нефтяных месторождений.- М.: Изд-во АН СССР,- с. 181-198
9. Баренбойм Г.М., 1998. Научно- технологические принципы проектирования систем экологического мониторинга водных объектов. // Мониторинг водных объектов. По материалам 1-ой региональной школы-семинара (Дубна, август 1996 г.).- М.: ГЦВМ,- с. 50-69.
10. Баренбойм Г.М., Венецианов Е.В., 1998. Некоторые проблемы развития систем мониторинга водных объектов. // Мониторинг водных объектов. По материалам 1-ой региональной школы-семинара (Дубна, август 1996 г.).- М.: ГЦВМ,- с. 252-256.
11. Баулин В.В., 1962. Основные этапы истории развития многолетнемерзлых пород на территории Западно-Сибирской низменности // Труды института мерзлотоведения АН СССР. Т. 19, с. 32-54.
12. Баулин В.В. и др., 1967. Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности.- М.: Наука,- 214 с.
13. Баулин В.В., 1985. Многолетнемерзлые породы нефтегазоносных районов СССР.- М.: Недра, 172 с.
14. Бешенцев В.А., 2000. Гидрохимия пресных подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. геол.- мин. наук.- Екатеринбург,- 21 с.
15. Боброва Т.Н., Камышев А.П., Кобычев В.Ю., 1998. Оценка состояния природно-технических систем Уренгойского газоконденсатного месторождения по материалам экологического обследования. // Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса.- М.: Недра,- с. 408-415.
16. Бুদ্ধов С.Т., 1988. Нефтегазовый комплекс и природа.- Тюмень,- 66 с.
17. Быкова В.В., 1991. Геохимия кремния в подземных водах юго-востока Западно-Сибирской плиты. // Тез. докл. Всесоюзного совещания по подземным водам Востока СССР (XIII совещание по подземным водам Востока СССР).- Иркутск- Томск: ИЗК СО АН СССР,- с. 161
18. Васильев Ю.В., Цацульников В.Т. 1999. Медико-экологические особенности состава природных вод Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. // Чистая вода. 4-й Всероссийский научно-практический семинар (тез. докладов).- Тюмень,- с. 52-54
19. Васильевская В.Д., Иванов В.В., Богатырев Л.Г., 1986. Почвы севера Западной Сибири.- М.: Изд-во МГУ,- 227 с.

20. Вельмина Н.А., 1970. Особенности гидрогеологии мерзлой зоны литосферы.- М.: Недра,- 328 с.
21. Вернадский В.И., 1934. История минералов земной коры. История природных вод.- Л.: - т.11.
22. Вернадский В.И., 1934. Очерки геохимии.- М.: Л.:, Грозный:, Новосибирск: Горно-геолого-нефтяное издательство.
23. Весова В.С., Волкова Л.И., 1996. Проблемы уничтожения твердых бытовых и производственных отходов на проектируемых и эксплуатируемых объектах газовой промышленности. // Сборник докладов. Производственные отходы в газовой промышленности: пути снижения и утилизации. Саратов,- ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 10-16.
24. Волохова Е.В., 2000. Формирование фонового состава природных вод и пород верхней части разреза территории Заполярного и Тазовского месторождений.- М.: ИРЦ Газпром,- 78 с.
25. Геология СССР. 1964. Том XLIV. Часть I. Геологическое описание.- М.: Недра.
26. Геология СССР. 1964. Том XLIV. Часть II. Нефтегазоносность и гидрогеологические условия.- М.: Недра.
27. Герасимов И.П. и др., 1963. Почвы // в книге «Западная Сибирь».- М.: Наука,- с. 151-195.
28. Гидрогеология СССР. 1970. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области).- М.: Недра.
29. Глазовская М.А., 1988. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР.- М.: Высшая школа,- 328 с.
30. Гольдберг В.М., 1987. Взаимосвязь загрязнения подземных вод с природной средой. Л.: Гидрометеоздат, 248 с.
31. Гречищев С.Е., Мельников Е.С. и др., 1983. Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции.- Новосибирск: СО АН СССР, Наука,- 182 с.
32. Двинских С.А., Бельтюков Г.В., 1992. Возможности использования системного подхода в изучении географических пространственно-временных образований.- Иркутск: Изд-во Иркутского университета,- 245 с.
33. Добежина Н.Л., 2000. Влияние стационарных источников загрязнения на содержание нефтепродуктов, фенолов и СПАВ в речных водах бассейна Средней Оби. // Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- с. 22-25.
34. Добежина Н.Л., 2000. Загрязнение речных вод бассейна Средней Оби тяжелыми металлами. // Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- с. 17-21.
35. Зверев В.П., Варнавина О.Ю., 2000. Антропогенные изменения химического состава атмосферных осадков Европейской России и их влияние на подземные воды. // Геоэкология, № 3.- М.: Наука /Интерпериодика/, - с. 216-223.
36. Захаров Ю.Ф., 1985. Инженерно-геологический мониторинг объектов газовой промышленности.- М.: ВНИИЭгазпром,- 77 с.
37. Земскова И.М., Смоленцев Ю.К. и др., 1991. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна.- М.: Недра,- 261 с.
38. Земцов В.А., Крутовский А.О., Хасанов В.В., Кривошапко А.И., 2000. Экорегionalный подход к исследованию и управлению качеством речных вод. // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия. Мат. международной научной конференции 3-7 сентября 2000 г.- Томск: Изд-во НТЛ,- с. 114-118.
39. Зенков Н.И., 1976. Условия водоснабжения населенных пунктов и промыслов Надым-Пурской нефтегазоносной области // Отчет ЗапСибНИГНИ. Шифр работы В.П.2/700(1) III-2/388. Инв. № 1383 ф. Тюмень.- 272 с.

40. Зенков Н.И., Новосельцева Р.Г., Лобачева А.Н., 1982. Гидрогеологические условия и направление поисково-разведочных работ на Медвежьем, Уренгойском и Юбилейном месторождениях газа. // Использование и охрана подземных вод Тюменской области. Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 176.- Тюмень,- с. 6-12.
41. Иванов В.В., 1994. Экологическая геохимия элементов. Справочник. Книга 1. S-элементы.- М.: Недра,- 305 с.
42. Иванов В.В., 1994. Экологическая геохимия элементов. Справочник. Книга 2. Главные р-элементы.- М.: Недра,- 305 с.
43. Иванов К.Е., Новиков С.М., 1976. Болота Западной Сибири: строение, гидрологический режим.- Л.: Гидрометеиздат,- 448 с.
44. Иереског К.Г., Клован Д.И., Реймент Р.А. 1980. Геологический факторный анализ.- Л.: Недра,- 272 с.
45. Израэль Ю.А. 1984. Проблемы охраны природной среды и пути их решения.- Л.: Гидрометеиздат,- 47 с.
46. Израэль Ю.А. 1984. Экология и контроль состояния природной среды.- М.: Гидрометеиздат,- 560 с.
47. Калинин В.М., Ларин С.И., Романова И.М., 1998. Малые реки в условиях антропогенного воздействия (на примере Восточного Зауралья).- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- 220 с.
48. Каменев А.П., Цацульников В.Т. и др., 1998. Влияние промышленных объектов Уренгойского месторождения на водную среду. // Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса.- М.: Недра,- с. 401-408.
49. Камышев А.П., Бобров Г.Н. и др., 1996. Оценка современного и прогнозного состояния природной среды при эксплуатации и расширении объектов Уренгойского ГКМ. Кн. 4. Разд. 1. Оценка современного и прогнозного состояния водных ресурсов. // Отчет ДАО «ВНИПИГаздобыча». Шифр работы 3701 ЭМ-ОП.П.3.- Саратов.- 139 с.
50. Камышев А.П., 1999. Методы и технологии мониторинга природно-технических систем Севера Западной Сибири. // Под ред. Ревзона А.Л.- М.: ВНИПИГАЗДОБЫЧА,- 230 с.
51. Камышев А.П. и др., 2000. Разработка проектно-сметной документации по рекультивации полигона бытовых отходов № 1 в районе г. Новый Уренгой. // Отчет о НИР, книга 1. Инженерно-экологическая оценка зоны размещения полигона бытовых отходов. Научно-производственный центр экологии, мониторинга окружающей среды ЗАО НПЦ «ЭМОС». Шифр 006/2000- П.- Саратов.- 36 с.
52. Караваева Н.А., 1982. Заболачивание и эволюция почв.- М.: Наука.
53. Кирюхин В.А., Роговская Н.В., 1983. Гидрогеологические закономерности молодых плит и задачи их дальнейшего изучения. // Итоги изучения региональных гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в осадочном чехле молодых плит. Том 1. Тезисы докладов.- М.: Наука,- с. 69-77
54. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.А., 1993. Гидрогеохимия.- М.: Недра,- 384
55. Ключко П.В., Пилипенко И.М., Чомко Ф.В., Аверьянов В.Ф., 1991. Прогноз антропогенного загрязнения подземных вод южной части Уренгойского газового месторождения. // Тез. докл. Всесоюзного совещания по подземным водам Востока СССР. XIII совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Иркутск-Томск,- с. 110.
56. Ковда В.А., 1973. Основы учения о почвах.- М.: Наука. Кн. 1.- 448 с., Кн. 2.- 468 с.
57. Козин В.В., Кравцов Ю.В., Осипов В.А., 1995. К вопросу о разработке отраслевых программ экологического мониторинга при освоении нефтегазовых месторождений Севера Тюменской области. // Безопасность жизнедеятельности в Сибири и на Крайнем Севере. Международная научно-практическая конференция. Тез. докл. ч. 1.- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- с. 85-86.
58. Козин В.В., Осипов В.А., Бакулин В.В., Михайлова Л.В., Кравцов Ю.В., 1996. Природопользование на Северо-Западе Сибири: опыт, решения, проблемы. Коллективная моно-

- графия (под ред. проф. В.В. Козина).- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- 168 с.
59. Кононова Р.С., 1973. Гидрохимическая зональность подземных вод как один из показателей палеомерзлотных условий. // Подземные воды криолитосферы.- Якутск,- с. 90-94.
 60. Кононова Р.С., 1974. Криогенная метаморфизация подмерзлотных вод Восточно-Сибирской артезианской области. // Советская геология, № 3.- М.: - с. 106-115
 61. Коноплянцев А.А., Лапшов Л.П., Семенов С.М., 1984. Мониторинг подземных вод. Сб. науч. трудов. Изучение и прогноз региональных изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий под влиянием техногенных факторов.- М.: ВСЕГИНГЕО,- с. 20-27.
 62. Коношко В.В., Каменев А.П., 1983. Провести гидрогеологические исследования и разработать рекомендации по водоснабжению северных газопромислов Уренгойского месторождения. Предварительное обоснование мест заложения водозаборов для водоснабжения северных промыслов Уренгойского месторождения // Отчет промежуточный ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 6Г/82.85-В. Инв. № 2745 ф. Тюмень.- 51 с.
 63. Коношко В.В., Каменев А.П. и др., 1984. Провести гидрогеологические исследования и разработать рекомендации по водоснабжению газопромислов Уренгойского месторождения. Результаты гидрогеологических исследований на Уренгойском месторождении в 1983 г. // Отчет о НИР (промежуточный) ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 6Г/82.85-В. Инв. № 3108 ф. Тюмень,- 111 с.
 64. Коношко В.В., Каменев А.П., 1985. Рекомендации по водоснабжению северных газопромислов Уренгойского месторождения. Часть I. // ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 6Г/82.85. Инв.№ 3110 ф. Тюмень,- 79 с.
 65. Коношко В.В., 1993. Геохимический атлас г. Новый Уренгой. Тюмень: РАН. ГП «Промнефтегазэкология».
 66. Корытный Л.М., 1974. Речной бассейн как геосистема. // Докл. института географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 42.- с. 33-38.
 67. Корытный Л.М., 1988. Бассейн как высокоинтегрированная система. // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения. Тез. докл. VIII Всесоюзного совещания по ландшафтоведению. Л.
 68. Корытный Л.М., 1991. Бассейновый подход в географии. // География и природные ресурсы, № 1.- Новосибирск: Изд-во СО РАН,- с. 161-166.
 69. Корценштейн В.Н., Козлов В.Г., Гончаров В.С. и др., 1991. Основные результаты современного этапа исследования водонапорных систем крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений Советского Союза. // Новые материалы по водонапорным системам крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений.- М.: ВНИИГАЗ,- с. 5-9.
 70. Кравцов Ю.В., 1976. Гидролого-мелиоративные условия и вторичное засоление почв на Алейской оросительной системе. // Тезисы докл. III межведомственного совещания по вопросам прогнозирования гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенно-мелиоративных условий. Вып. 3.- М.: ВНИИГиМ,- с. 93-97.
 71. Кравцов Ю.В., Захаров Ю.В., Санников С.А., 1987. Инженерно-геологический мониторинг газопромисловых объектов месторождения "Медвежье". // Тез. докладов областной технической конференции "Нефть и газ Западной Сибири".- Тюмень.- с. 22.
 72. Кравцов Ю.В., Ловчук Г.В., Манин А.В., Трофимов А.В., 1988. Инженерно-геологический мониторинг геотехнических систем газовых промыслов Тюменского Севера, его нормативно-методическое обоснование и технологическое обеспечение. // Сб. докладов I Всесоюзной конференции в г. Надыме. 3-5 октября 1988 г.- М.: ВНИИПтехоргнефгестрой,- с. 33-39.
 73. Кравцов Ю.В., 1989. Использование графоаналитических предикатных моделей для описания природно-тектонических геосистем. // Рациональное природопользование при разработке нефтегазоконденсатных месторождений Западной Сибири.- Тюмень: ТюменНИИ-газтехнология,- с. 48-51.

74. Кравцов Ю.В., Козин В.В., Осипов В.А., 1994. Природоохранный регламент строительного-промышленного освоения нефтегазовых месторождений Севера Тюменской области.- Тюмень: ТюменНИИгипрогаз,- 59 с.
75. Кравцов Ю.В., 1995. Разработать программу организации и проведения геоэкологического мониторинга на нефтегазовых месторождениях Севера Тюменской области. // Отчет о НИР. Шифр работы 230-Е9. ТюменНИИгипрогаз,- Тюмень: 88 с.
76. Кравцов Ю.В., Шептулина К.Ф., 1995. Разработать методы геохимического контроля влияния амбаров на окружающую среду на всех стадиях их существования. // Отчет о НИР ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 230-Е8.- Тюмень,- 117 с.
77. Кравцов Ю.В., 1996. Мониторинг в местах образования и хранения твердых бытовых и производственных отходов на нефтегазовых месторождениях севера Тюменской области. // Сборник докладов. Производственные отходы в газовой промышленности: пути их снижения и утилизации. Саратов, 1996.- М.: ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 17-20.
78. Кравцов Ю.В., 1997. Инструкция по проведению экоаналитического контроля состояния почв и природных вод за пределами кустовых площадок в процессе ведения и по окончании буровых работ.- Тюмень: АИН РФ, ТНЦ,- 36 с.
79. Кравцов Ю.В., Таран С.А., Шептулина К.Ф., Кузьменко А.Н., 1998. Регламент геохимического контроля почв, природных вод при бурении скважин, эксплуатации объектов нефтегазодобычи, подготовки и транспорта газа на Севере Тюменской области. ВРД 39-1.13-002-98.- Тюмень: ТюменНИИгипрогаз,- 121 с.
80. Кравцов Ю.В., Кузьменко А.Н. и др., 1998. Геохимический мониторинг природных вод и почв на объектах добычи, подготовки и транспорта углеводородов в Западно-Сибирской газоносной провинции. // Сборник докладов. Основные направления создания системы производственного экологического мониторинга РАО «Газпром», ее разработка и опытно-промышленное внедрение. Саратов, 7-10 июля 1998.- М.: ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 111-116.
81. Кравцов Ю.В., Цацульников В.Т. и др., 1998. Принципы организации мониторинга природных вод на территории газовых месторождений Западной Сибири. // Тез. докладов. VI горно-геологический форум "Природные ресурсы стран СНГ". 17-20 ноября 1998 г. Санкт-Петербург.- с. 230-231.
82. Кравцов Ю.В., 1999. Воздействие объектов газодобывающего комплекса на водную среду Севера Тюменской области. // Чистая вода. 4-й Всероссийский научно-практический семинар. Тез. докл.- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- с. 24-25.
83. Кравцов Ю.В., 1999. Воздействие объектов нефтегазодобывающего комплекса на водную среду Западно-Сибирской нефтегазонаосной провинции. // Гидрология Урала на рубеже веков. Тез. докл. научно-практической конференции (Пермь, 9-11 июня 1999 г.).- Пермь: Изд-во Пермского Государственного Университета,- с. 39-40.
84. Кравцов Ю.В., Путилин В.Н. и др., 1999. Влияние эксплуатации газовых месторождений Западной Сибири на водную среду // Проблемы охраны водных ресурсов на объектах газовой промышленности. Сборник докладов. Санкт-Петербург, май 1999.- М.: ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 65-71.
85. Кравцов Ю.В., Цацульников В.Т., 1999. Анализ опыта эксплуатации Новоуренгойского водозабора с целью прогноза гидродинамических и эколого-геохимических условий // Отчет о НИР. ТюменНИИгипрогаз. Шифр 32/3. Этап 1. Эколого-геохимическая оценка участка водозабора.- Тюмень.- 81 с.
86. Кравцов Ю.В., Цацульников В.Т., 1999. Экологический контроль состояния природной среды при проведении буровых работ на севере Тюменской области. // Сборник докладов. Обеспечение экологической безопасности при проведении буровых работ.- М.: ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 63-67.
87. Кравцов Ю.В., Путилин В.Н., Цацульников В.Т., 2000. Анализ опыта эксплуатации Ново-Уренгойского водозабора с целью прогноза гидродинамических и эколого-

- геохимических условий . Этап I. Эколого-геохимическая оценка участка водозабора. // Отчет о НИР (промежуточный) ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 32/3. Тюмень,- 81 с.
88. Кравцов Ю.В., Цацульников В.Т., 2000. Исследование влияния захоронения промстоков в поглощающие скважины на природные воды Уренгойского месторождения // Отчет о НИР (промежуточный). Шифр 3344-00-2. Тема 32/6. Этап 1. Разработка рекомендаций по оптимизации экологического контроля в условиях островного распространения ММП. ТюменНИИгипрогаз,- Тюмень.- 85 с.
 89. Кравцов Ю.В., 2001. Эколого-геохимические условия территории Кальчинского нефтяного месторождения в период его эксплуатации. // Проблемы географии и экологии Западной Сибири. Вып. 4.- Тюмень: Изд-во ТюмГУ,- с. 132-144
 90. Кравцов Ю.В., Цацульников В.Т., 2002. Техногенное загрязнение подземных вод на объектах газовой промышленности Севера Западной Сибири. // «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна». Материалы докладов. Часть 3.- Тюмень: Изд-во «Вектор Бук».- с.37-39
 91. Крайнов С.Р., Закутин В.П. и др., 1991. Методические рекомендации по геохимическому изучению загрязненных подземных вод.- М.: ВСЕГИНГЕО,- 106 с.
 92. Крылов Г.В., Цацульников В.Т., Кравцов Ю.В., Путилин В.Н., Таран С.А., 2000. Экологические аспекты водоснабжения объектов ОАО "Газпром" на Севере Западной Сибири. // Тез. докладов. Четвертый международный конгресс "Вода: экология и технология". ЭКВАТЭК - 2000,- М.- с. 362.
 93. Лазаренков Г.В., 1952. Пояснительная записка по изысканиям источников водоснабжения ст. Ягельная // Отчет /Желдорпроект/.- Салехард.- 245 с.
 94. Ландшафтно-гидрологический анализ территории, 1992.- Новосибирск: Наука,- 208 с.
 95. Лапшов Л.П., Рубейкин В.З., 1989. Организация и ведение гидрогеохимического мониторинга на территории городов и промышленных агломераций. Сб. науч. трудов. Изучение режима подземных вод с учетом влияния хозяйственной деятельности.- М.: ВСЕГИНГЕО,- с. 50-59
 96. Лебедев А.В., 1976. Методы изучения баланса грунтовых вод.- М.: Недра.- 223 с.
 97. Лезин В.А., 1995. Реки и озера Тюменской области (словарь-справочник).- Тюмень,- 300 с.
 98. Ливеровский Ю.А., 1937. Почвы тундрово-болотной полосы в связи с земледелием на Севере.- М.: Л.: Изд-во АН СССР,- 67 с.
 99. Ливеровский Ю.А., 1971. Почвы СССР.- М.: Мысль,- 462 с.
 100. Львович М.И., 1986. Вода и жизнь (водные ресурсы, их преобразование и охрана).- М.: Мысль,- 254 с.
 101. Малеванный Г.Г., 1985. Анализ и прогноз режима работы водозабора г. Новый Уренгой и технических водозаборов УКПГ Уренгойского газоконденсатного месторождения // Отчет о НИР. (Харьковский университет). Шифр работ 12-82.- Харьков,- 164 с.
 102. Матусевич В.М., 1976. Геохимия подземных вод Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.- М.: Недра,- 157 с.
 103. Матусевич В.М., Нелюбин В.В., Каменев А.П., 1982. Гидрогеологические условия Уренгойского месторождения. // Геология, гидрогеология и инженерная геология Западной Сибири. Межвузовский тематический сборник.- Тюмень,- с. 13-19
 104. Матусевич В.М., 1984. Гидрогеология бассейна Западно-Сибирской равнины. // Международный геологический конгресс, 27 сессия: Том 9 часть II.- М.: - с. 373-374
 105. Матусевич В.М., Беспалова С.Н., Прокопьева Р.Г., 1984. Гидрогеохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности Севера Западной Сибири. // «Нефть и газ». Известия ВУЗов №1.- М.
 106. Матусевич В.М., Бакуев О.В., 1986. Гидрогеохимическая зональность Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна с позиции геодинамики. // Материалы Всесоюзного совещания «Гидрогеохимический поиск месторождений полезных ископаемых»

107. Матусевич В.М., Смоленцев Ю.К., 1989. Гидрогеологические структуры Западно-Сибирской платформы // Пресные и маломинерализованные подземные воды Западной Сибири. Межвуз. сборник научных трудов.- Тюмень: изд-во ТюмГУ,- с. 4-17
108. Матусевич В.М., Курчиков А.Р., Рыльков А.В., 2001. Геофлюидальные системы Западно-Сибирского бассейна как фактор переноса вещества и энергии в 4-х мерном пространстве. // «Нефть и газ» №2. Известия ВУЗов.- с. 4-12
109. Медеяев, 1983. Отчет о поисках подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения п. Ягельного (г. Новый Уренгой) с подсчетом эксплуатационных запасов по действующему водозабору по состоянию на 01.01.1983 г.- Тюмень: ТКГРЭ, 1983, 115 с.
110. Мельников Е.С. и др., 1983. Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции.- Новосибирск: СО Наука,- с. 27-30.
111. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове., 1990.- М.: ИМГРЭ.
112. Митин А. И., 1951. Пояснительная записка к предварительным изысканиям источников водоснабжения ст. Ягельная // Отчет /Желдорпроект/.- Салехард.- 173 с.
113. Мокроусова З.И., 1998. Мониторинг водных объектов в сети Росгидромета. // Мониторинг водных объектов. По материалам 1-ой региональной школы-семинара (Дубна, август 1996 г.).- М.: ГЦВМ,- с. 70-82.
114. Московченко Д.В., 1996. Эколого-геохимическая характеристика городов Тюменской области // Биоразнообразие Западной Сибири – результаты исследований.- Тюмень: ИПОС,- с. 136-137.
115. Немец, 1988. Анализ и прогноз водообеспечения промышленных объектов Уренгойского ГКМ с целью оптимизации // Отчет о НИР. НПО «Тюменгазтехнология».Трест инженерно-геологического мониторинга и изысканий (ТИГМИ).- Новый Уренгой
116. Немкова Н.С., Акопова Г.С., 1995. Проблемы охраны водной среды на объектах транспорта и хранения газа.- М.: ИРЦ Газпром,- 50 с.
117. Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др., 1975. Геология нефти и газа Западной Сибири.- М.: Недра.
118. Никаноров А.М., Львов В.А., Каминский В.С., 1986. Контроль качества вод и их охрана. // Генеральные доклады V Всесоюзного гидрологического съезда. Т. II.- Л.: Гидрометеопиздат,- с. 3 - 27
119. Николадзе Г.И., 1987. Улучшение качества подземных вод.- М.: Стройиздат,- 240 с.
120. Перельман А.И., 1972. Геохимия элементов в зоне гипергенеза.- М.: Недра,- 288 с.
121. Перельман А.И., 1975. Геохимия ландшафтов.- М.: Высшая школа,- 392 с.
122. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов.- М.: Комитет Российской Федерации по рыболовству. Мединор,- 220 с.
123. Пиковский Ю.И., 1993. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде.- М.: Изд-во МГУ,- 207 с.
124. Пилипенко И.М., 1991. Особенности гидрохимического режима межмерзлотных вод на Уренгойском месторождении. // Тез. докл. Всесоюзного совещания по подземным водам Востока СССР. XIII совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Иркутск-Томск,- с. 157.
125. Пилипенко И.М., 1994. Определение естественной защищенности межмерзлотного водоносного комплекса по результатам анализа гидрохимического состава на момент начала эксплуатации скважин // Вестник Харьк. ун-та: Геология и народное хозяйство, № 380,- Харьков: Основа,- с. 78-80.
126. Пиннекер Е.В., Писарский Б.И., 1978. Особенности взаимодействия подземных вод и многолетнемерзлых пород. // Региональная геология и инженерная геология Восточной Сибири.- Новосибирск: Наука,- с. 21-27.
127. Пиннекер Е.В., 1982. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность и история воды в земных недрах.- Новосибирск: Наука,- 239 с.

128. Питьева К.Е., 1978. Гидрогеохимия.- М.: Изд-во МГУ,- 325 с.
129. Питьева К.Е., Газенко Н.В. и др., 1993. Методическое руководство по созданию экологического мониторинга за гидрогеологическими и гидрологическими условиями в районах месторождений газовой промышленности.- М.:
130. Питьева К.Е., 1994. Эколого-гидрогеологические проблемы при разработке нефтегазовых месторождений. // Состояние гидрогеологических работ и пути повышения их эффективности на предприятиях РАО «Газпром» (Ставрополь, май 1994 г.).- М.: ИРЦ «Газпром»,- с. 118-123.
131. Питьева К.Е., 1999. Гидрогеоэкологические исследования в районах нефтяных и газовых месторождений.- М.: Недра,- 200 с.
132. Подборный Е.Е., Козин В.В., 1997. Выполнить оценку воздействия объектов Уренгойского газодобывающего комплекса на окружающую среду с момента ввода его в эксплуатацию. Кн. 2. Воздействие на атмосферный воздух. // Отчет о НИР ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 230-3.0.54. Инв. № 4920 ф. Тюмень,- 284 с.
133. Политика Российского акционерного общества «Газпром» в области охраны окружающей среды. Постановление Акционерного общества от 14 апреля 1995 г., № 29. М.
134. Полюнов Б.Б., 1965. Учение о ландшафтах. // Вопросы географии.- сб. 33.
135. Пономарев Е.А., Матусевич В.М., 1993. Гидрогеохимия и техногенез. // Материалы Всероссийского гидрогеохимического совещания.- Томск
136. Пономарев Е.А., Матусевич В.М., 1995. Гидрогеохимические аспекты техногенеза. // Межвузовский сборник «Современные геологические проблемы». ТюмГНГУ.- Тюмень,- с. 14-21
137. Посохов Е.В., 1975. Общая гидрогеохимия.- Л.: Недра,- 208 с.
138. Почвенно-географическое районирование СССР. 1962. М.: Наука.
139. Протокол № 9867 заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете министров СССР от 29 ноября 1985 г. Москва
140. Путилин В.Н., 1995. Оценка применяемых методов локализации нефтяных загрязнений на водных и земных поверхностях. // отчет о НИР. ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 230-E7.- Тюмень,- 39 с.
141. Путилин В.Н., Цацульников В.Т., 2001. Исследование ресурсов поверхностных вод Надым-Пур-Тазовского газоносного района с целью обоснования источников перспективного водоснабжения объектов ОАО «Газпром». // Отчет о НИР. Шифр работы 9751-01-2, 32/8
142. Рекомендации по проведению гидрохимического опробования и физико-химических исследований для оценки загрязнения подземных вод. 1986.- М.: Стройиздат,- 58 с.
143. Ресурсы поверхностных вод СССР., 1973. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Нижний Иртыш и Нижняя Обь. Вып.3.- Л.: Гидрометеоздат,- 423 с.
144. Решение 5-го межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90 14-18 мая 1990 г. и утвержденным МСК СССР 30 января 1991 г.- Тюмень: ЗапСибНИГНИ, МСК СССР.
145. Романова И.М., 2000. Качество речных вод ЯНАО. // Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Тюмень: Изд-во Тюменского Государственного Университета,- с. 42-44.
146. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др., 1990. Геохимия окружающей среды.- М.: Недра,- 335 с.
147. Самарина В.С., 1977. Гидрогеохимия.- Л.: изд-во Ленингр. ун-та,-360 с.
148. Санникова А.В., 2000. Особенности надмерзлотного питания малых рек Центральной Якутии. // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия. Мат. международной научной конференции 3-7 сентября 2000 г.- Томск: Изд-во НТЛ,- с. 595-597.

149. Севостьянов О.М., Захарова Е.Е., 1993. Опыт подземного захоронения промстоков на Уренгойском месторождении.- М.: ИРЦ Газпром,- 36 с.
150. Сидорова Е.В., Аكوпова Г.С., Немкова Н.С., Можарова Н.В., 1994. Охрана почв на объектах газовой промышленности.- М.: ИРЦ Газпром,- 86 с.
151. Скакальский В.Г., 1991. Формирование химического состава речных вод в условиях антропогенного воздействия на природную среду. // Труды Всесоюзного гидрологического съезда, т. 5.- Л.: Гидрометеиздат.
152. Соколинская Н.Э., 1996. Разработка проекта предельного размещения отходов в практике подготовки проектно-сметной документации на строительство объектов газовой промышленности. // Сборник докладов. Производственные отходы в газовой промышленности: пути снижения и утилизации. Саратов,- ООО «ИРЦ Газпром»,- с. 20-29.
153. Солнцева Н.П. и др., 1989. Разработка принципов типизации почв в соответствии с основными геохимическими процессами на основе обобщения литературных источников по почвам Тазовского п-ва и п-ва Ямал.- М.: изд-во МГУ,- 212 с.
154. Солнцева Н.П., Садов А.П., 1997. Влияние сточных минерализованных вод на геохимические свойства почв севера Западной Сибири (на примере Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения) // Почвоведение, № 3,- с. 322-329.
155. Солнцева Н.П., 1998. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов.- М.: Изд-во МГУ,- 375 с.
156. Справочник по климату СССР., 1965. Выпуск 17. Температура воздуха и почвы.- Л.: Гидрометеиздат.
157. Справочник по климату СССР., 1967. Выпуск 17. Ветер.- Л.: Гидрометеиздат.
158. Справочник по климату СССР., 1968. Выпуск 17. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров.- Л.: Гидрометеиздат.
159. Ставицкий Б.П., Матусевич В.М., 1969. Палеогидрогеология Западно-Сибирского артезианского бассейна. // Материалы 5-го совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. СО АН СССР.- Иркутск,- с. 20-21
160. Таргульян В.О., 1971. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях.- М.: Наука.
161. Тер-Гукасова В.К., Коношко В.В., 1988. Мерзлотно-гидрогеологические изыскания на территории Уренгойского газоконденсатного месторождения // Отчет о НИР СибПНИИИС, Тюмень, 122 с.
162. Терещенко В.А., 1982. Гидродинамические и гидрохимические исследования межмерзлотного водоносного горизонта Уренгойского газоконденсатного месторождения с целью повышения производительности водозаборов и охраны их от загрязнения // Отчет о НИР. (Харьковский университет). - Харьков,- 164 с.
163. Терещенко В.А., 1991. Комплексные исследования межмерзлотного водоносного горизонта с целью разработки мероприятий по охране подземных вод от загрязнения // Отчет о НИР. (Харьковский университет). Шифр работ 86-90.- Харьков,- 122 с.
164. Терещенко В.А. и др., 1992. Прогноз влияния промышленных объектов на изменение режима и качество подземных вод Уренгойского водозабора // Отчет о НИР. (Харьковский университет). Шифр работ 73-91.- Харьков,- 123 с.
165. Толстихин Н.И., 1941. Подземные воды мерзлой зоны литосферы.- М.: Госгеолтехиздат,- 204 с.
166. Толстихин Н.И., Вельмина Н.А., Ефимов А.И., 1963. Гидрогеология области многолетнемерзлых пород Советского Союза. // Доклад на международной конференции по мерзлотоведению.- М.: Изд-во АН СССР,- с. 158-166.
167. Толстихин Н.И., 1971. Гидрогеология земли и криосфера. // Подземные воды Сибири и Дальнего Востока.- М.: Наука,- с. 28-39.
168. Трофимов А.В., Галиулин В.М., 1989. Формирование химического состава вод Центрального Ямала в связи с водоснабжением предприятий газовой промышленности. //

- Рациональное природопользование при разработке нефтегазоконденсатных месторождений Западной Сибири.- Тюмень: ТюменНИИгазтехнология,- с. 35-39.
169. Трофимов В.Т. и др., 1980. Криогенное строение и льдистость многолетнемерзлых пород Западно-Сибирской плиты.- М.: Изд-во МГУ,- 244 с.
170. Тютюнов И.А., 1951. Миграция воды в торфяно-глеевой почве в период замерзания и замерзшего ее состояния в условиях неглубокого залегания вечной мерзлоты.- М.: Изд-во АН СССР,- 141 с.
171. Тютюнов И.А., 1961. Введение в теорию формирования мерзлых пород.- М.: Изд-во АН СССР,- 108 с.
172. Тютюнова Ф.И., 1976. Физико-химические процессы в подземных водах.- М.: Наука,- 127 с.
173. Тютюнова Ф.И., 1983. Техногенная метаморфизация подземных вод зоны интенсивного водообмена современных плит. // Итоги изучения региональных гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в осадочном чехле молодых плит. Т. 1. Тез. докл.- М.: Наука, с. 154-157
174. Тютюнова Ф.И., 1987. Гидрогеохимия техногенеза.- М.: Наука,- 365 с.
175. Тютюнова Ф.И., 2000. Новая парадигма геохимии загрязненных подземных вод. // // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия. Мат. международной научной конференции 3-7 сентября 2000 г.- Томск: Изд-во НТЛ,- с. 64-67.
176. Удодов П.А., Онуфриенок И.Г., Париллов Ю.С., 1962. Опыт гидрогеохимических исследований в Сибири. Методика и результаты работ.- М.: Высшая школа,- 190 с.
177. Удодов П.А., Рассказов Н.М., Шварцев С.Л., 1974. Развитие гидрохимического метода в Сибири. // Применение гидрогеохимического метода при поисках рудных месторождений.- М.: ВСЕГИНГЕО,- с. 75-84.
178. Удодов П.А., Коробейников Е.С., Назаров А.Д. и др., 1983. Геохимические особенности поровых растворов горных пород.- М.: Недра,- 240 с.
179. Указания к региональным стратиграфическим схемам мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины, 1984. утвержденным Межведомственным стратиграфическим комитетом 30 января 1978 г.- Тюмень: ГлавТюменьгеология, ЗапСибНИГНИ, МСК СССР.
180. Фирсова В.П. и др., 1978. Поверхностно-глеевые почвы северной тайги Западной Сибири. // О почвах Сибири.- Новосибирск: Наука, с. 145-155
181. Фотиев С.М., 1965. Подземные воды и мерзлые породы Южно- Якутского угленосного бассейна.- М.: Наука,- 230 с.
182. Фотиев С.М., 1978. Гидрогеотермические особенности криогенной области СССР.- М.: Наука,- 236 с.
183. Цацульников В.Т., 1988. Загрязнение пресных подземных вод при освоении нефтегазового комплекса на примере Среднеобского бассейна.- М.- с. 135-137.
184. Цацульников В.Т., Каменев А.П., 1997. Выполнить оценку воздействия объектов Уренгойского газодобывающего комплекса на окружающую среду с момента ввода его в эксплуатацию. Кн. 3. Воздействие на водную среду. // Отчет о НИР ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 230-3.0.54. Инв. № 4921 ф. Тюмень,- 231 с.
185. Цацульников В.Т., Путилин В.Н., Кравцов Ю.В. и др., 1997. Выполнить оценку воздействия объектов Уренгойского газодобывающего комплекса на окружающую среду с момента ввода его в эксплуатацию. Кн. 7. Анализ последствий загрязнения природной среды основными видами производств. // Отчет о НИР ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 230-3.0.54. Инв. № 4922 ф. Тюмень,- 206 с.
186. Цибульский В.Р., Валеева Э.И., Арефьев С.П. и др., 1995. Природная среда Ямала.- в 2 томах.- Тюмень: Ин-т проблем освоения Севера СО РАН.

187. Чомко Ф.В., Клочко П.Б., Пилипенко И.М. Гидрогеологическое обоснование мероприятий по защите подземных вод от загрязнения // Отчет о НИР (заключительный). Харьк. ун-т. Шифр работы 84-92.- Харьков.- 98 с.
188. Шварцев С.Л., 1970. Некоторые особенности формирования химического состава подземных вод в условиях развития многолетнемерзлых пород. // Труды научно-технического совещания по гидрогеологии и инженерной геологии. Вып. 3. М.: Недра,- с. 161-167.
189. Шварцев С.Л., 1974. О некоторых общих закономерностях формирования химического состава подземных вод. // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии Восточной Сибири.- Иркутск: Иркутское книжное издательство.
190. Шварцев С.Л., 1975. Геохимическая деятельность мерзлоты. // Природа. № 7. с. 66-73.
191. Шварцев С.Л., Пиннекер Е.В., Перельман А.И., 1982. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия.- Новосибирск: Наука,- 286 с.
192. Шварцев С.Л., Назаров А.Д., Юшков С.А., Манилова Л.С., 1983. Эволюция системы вода-порода в геологической истории Западно-Сибирского артезианского бассейна. // Итоги изучения региональных гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в осадочном чехле молодых плит. Т. 1. Тез. докл.- М.: Наука,- с. 26-31
193. Шварцев С.Л., 1978. Гидрогеохимия зоны гипергенеза.- М.: Недра,- 288 с.
194. Швецов П.Ф., 1968. Закономерности гидрогеотермических процессов на Крайнем Севере и Северо-Востоке СССР.- М.: Наука,- 111 с.
195. Шестаков В.М., 1965. Теоретические основы оценки подпора, водопонижения и дренажа.- М.: Изд-во МГУ.
196. Ярославцев Н.Л., Афанасьев А.П., 1985. Провести гидрогеологические исследования и разработать рекомендации по контролю и охране подземных и поверхностных вод от загрязнения в процессе разработки Уренгойского месторождения. // Отчет о НИР (промежуточный) ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 66/85-87. Тюмень,- 42 с.
197. Ярославцев Н.Л., Цацульников В.Т.; 1999. Создание банка данных экологического состояния природной среды Уренгойского месторождения. Отчет о НИР (заключительный) // ТюменНИИгипрогаз. Шифр 32/2Д.
198. Ярославцев Н.Л., Путилин В.Н., Цацульников В.Т., 2000. Анализ опыта эксплуатации Ново-Уренгойского водозабора с целью прогноза гидродинамических и эколого-геохимических условий. Этап IV. Разработка рекомендаций по охране подземных вод от загрязнения и истощения. // Отчет о НИР (промежуточный) ТюменНИИгипрогаз. Шифр работы 3344-00-2, 32/7. Тюмень,- 102 с.
199. Engelgardt F.R., 1985. Petroleum Effects in the Arctic Environment. // Elsevier Science Publishing CO., London
200. Green T., Trett M.W. (Eds), 1989. The Fate and Effects of Oil in Freshwater. // Elsevier Science Publishing CO., London
201. Gresswell L.W., 1977. The fate of petroleum in a soil environment «Oil Spill Conf. Proc.: Prev., Behav., Contr. Cleanup, New Orleans, 1977. Washington, p. 479-482
202. Sheppard E.P., Wells R.A., Georghjoi P.E., 1983. The mutagenicity of a Prudhoe Bay crude oil and its residues from an experimental in situ burn.-Environ. Res., vol. 30, №2, p. 427-441
203. William B.A., Murphy E.C., Kehew A.E. Migration of contaminants from buried oil-and-gas drilling fluids within the gradual sediments of north-central North Dakota. // Rept Invest. N. D. Geol. Surv., №86, p. 37-39

ПРИЛОЖЕНИЯ:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Приложение 1.

Результаты химических и спектральных анализов
снегового покрова на Уренгойском месторождении.

- Таблица П.1 Результаты химических анализов снегового покрова
(микрокомпоненты).
- Таблица П.2 Результаты химических анализов снегового покрова
(микроэлементы).
- Таблица П.3 Результаты спектрального анализа снегового покрова.

Результаты химических анализов снегового покрова

Таблица П.1

№ пробы	Дата анализа	Место отбора	pH	Минерализация, мг/л	Ионный состав снеговых вод, мг/л, мг-экв/л, %-эки											
					Cl-	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₂	NO ₃	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Fe общ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	12.04.96	1 км к В от УКПГ-2 (у озера)	5	10,68	2,13	2,8	3,66	н/об	н/об	1	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,2
	13.05.96				0,06	0,06	0,06			0,02				0,02	0	
					30	30	30			10				33,3	67	
2	12.04.96	1,2 км к СВ от УКПГ-2	5	13,01	2,84	3,5	4,88	н/об	н/об	0,6	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,3
	13.05.96	(у озера и к. 115)			0,08	0,07	0,08			0,01				0,02	0	
					33,33	29,2	33,33			4,17				33,3	67	
3	12.04.96	1,7 км к СВ от УКПГ-2	5	13,36	2,13	3,6	4,88	н/об	н/об	0,5	н/об	н/об	н/об	0,4	0	1,36
	13.05.96				0,06	0,07	0,08			0,01				0,02	0	
					27,27	31,8	36,36			4,55				33,3	67	
4	12.04.96	0,5 км к В от ЦПС-2 (и 300 м до куста 34)	6	16,86	2,48	5	7,32	н/об	н/об	0,2	н/об	н/об	н/об	0,8	1	0,33
	13.05.96				0,07	0,1	0,12			0				0,04	0	
					23,89	34,1	40,96			1,02				40	60	
5	12.04.96	0,5 км от куста 34 и 0,8 км и 0,8 км от ЦПС-2 к СВ	6	11,44	3,55	3,5	3,05	н/об	н/об	0,35	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,1
	13.05.96				0,1	0,07	0,05			0,01				0,02	0	
					43,48	30,4	21,74			4,35				33,3	67	
6	12.04.96	0,75 км к СВ от УКПГ-1 (и 0,5 до свалки)	6	12,08	2,13	3,45	4,88	н/об	н/об	0,3	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,68
	13.05.96				0,06	0,07	0,08			0,01				0,02	0	
					27,27	31,8	36,36			4,55				50	50	
7	15.04.96	0,75 км к С от факела	5	11,9	2,84	3,6	3,66	н/об	н/об	0,3	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,86
	13.05.96	УКПГ-8			0,08	0,07	0,06			0,01				0,02	0	
					36,36	31,8	27,27			4,55				50	50	
8	15.04.96	0,5 км к ССВ от УКПГ-8	5	12,18	2,84	3	4,27	н/об	н/об	0,9	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,53
	13.05.96				0,08	0,06	0,07			0,01				0,02	0	
					36,36	27,3	31,82			4,55				50	50	
9	15.04.96	1,3 км к ССВ от УКПГ-8	5	14,6	5,67	3,6	3,66	н/об	н/об	0,5	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,53
	13.05.96				0,16	0,07	0,06			0,01				0,02	0	
					53,33	23,3	20			3,33				50	50	

Продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	12.04.96	1 км к В от УКПГ-2 (у озера)	5	10,68	2,13	2,8	3,66	н/об	н/об	1	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,2
10	15.04.96	1,0 км к С-С-В от УКПГ-6	5	22,34	3,55	3,5	13,42	н/об	н/об	0,5	н/об	н/об	н/об	0,4	1	н/об
	13.05.96	(у водозаб.)			0,1	0,07	0,22			0,01				0,2	0	
					25	17,5	55			2,5				71,4	29	
11	15.04.96	1,0 км к С от ЦПС-1	5,5	15,24	7,09	3,6	3,66	н/об	н/об	0,25	н/об	н/об	н/об	0,4	0	н/об
	13.05.96				0,2	0,07	0,06			0				0,02	0	
					59,88	21	17,96			1,2				50	50	
12	15.04.96	0,6 км к С от ЦПС-1	6	16,7	5,67	3	4,88	н/об	н/об	1	н/об	н/об	0,6	0,08	0	0,98
	13.05.96				0,16	0,06	0,08			0,02			0,03	0,04	0	
					50	18,8	25			6,2			27,3	36,4	36	
13	15.04.96	0,75 км к ЮВ от УКПГ-6	5	12,57	2,84	3,2	4,27	н/об	н/об	0,7	н/об	н/об	0,6	0,6	0	н/об
	13.05.96	(разница дорог)			0,08	0,07	0,07			0,01			0,03	0,03	0	
					34,78	30,4	30,43			4,36			33,3	33,3	33	
14	15.04.96	1,5 км к Ю от УКПГ-1АС	6	11,34	2,84	3,2	3,66	н/об	н/об	0,2	н/об	н/об	н/об	0,4	1	0,43
	13.05.96				0,08	0,07	0,06			0				0,02	0	
					37,56	32,9	28,17			1,41				28,6	71	
15	15.04.96	0,5 км к С-В от УКПГ-1АС	6	13,9	4,25	3,6	4,27	н/об	н/об	0,15	н/об	н/об	0,25	0,08	0	1,06
	13.05.96	(к С от верг. пл.)			0,12	0,07	0,07			0			0,01	0,04	0	
					45,8	26,7	26,72			0,76			14,3	57,1	29	
16	15.04.96	11 км к С-В от УКПГ-1АС	6	15,13	5,67	3,8	4,27	н/об	н/об	0,1	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,53
	13.05.96	(у базы ТЫ)			0,16	0,08	0,07			0				0,02	0	
					51,28	25,6	22,44			0,64				40	60	
17	16.04.96	3 км к С от п.Ева-Яха	6,6	16,48	2,84	3,56	8,54	н/об	н/об	0,45	н/об	н/об	н/об	0,4	0	0,45
	13.05.96	(фоновая)			0,08	0,07	0,14			0,01				0,02	0	
					26,67	23,3	46,67			3,33				50	50	
18	16.04.96	17 км газопровода	6,6	12,78	2,13	3	4,88	н/об	н/об	0,5	н/об	н/об	н/об	0,08	0	1,95
	13.05.96	Уренгой-Челябинск			0,06	0,06	0,08			0,01				0,04	0	
		(фоновая)			28,57	28,6	38,1			4,76				66,7	33	
19	16.04.96	Перекресток дорог	6,6	24,49	4,96	4,9	7,32	н/об	н/об	0,25	н/об	н/об	0,5	1,2	0	5
	13.05.96				0,14	0,1	0,12			0			0,02	0,06	0	
					38,46	27,5	32,97			1,1			18,2	54,6	27	
20	16.04.96	Перекресток дорог	6,6	18,69	5,67	3,5	7,32	н/об	н/об	0,4	н/об	н/об	н/об	1,2	0	0,36
	13.05.96				0,16	0,07	0,12			0,01				0,06	0	
					44,44	19,4	33,33			2,79				75	25	

Результаты химического анализа снегового покрова

Таблица П.2

№ пп	Адрес отбора проб	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Содержание микроэлементов в снеговых водах										
					Mn	Zn	Cu	Pb	Mo	Co	Ni	Cd	Cr	Fe общ	
					мг/дм ³										
1	1 км к В от УКП-2 (у озера)	39	0,287	112	0,11	0,06	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,88
2	1,2 км к СВ от УКП-2	34	0,294	100	0,10	0,22	0,008	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,01
3	1,7 км к СВ от УКП-2	70	0,284	199	0,22	0,23	0,008	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,61
4	0,5 км к В от ЦПС-2	30	0,273	82	0,14	0,06	н/об	0,02	0,0025	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,15
5	0,5 км от куста 34 и 0,8 км от ЦПС-2 к С	50	0,344	172	0,08	0,04	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	1,34
6	0,75 км к СВ от УКП-1 (0,5 до свалки)	28	0,243	68	0,06	0,17	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	4,03
7	0,75 км к С от факела УКП-8	80	0,29	232	0,04	0,04	0,04	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,04	7,82
8	0,5 км к ССВ от УКП-8	110	0,35	385	0,02	0,03	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,01	н/об
9	1,3 км к ССВ от УКП-8	54	0,33	178	0,32	0,04	н/об	н/об	0,0025	н/об	н/об	н/об	н/об	0,03	1,76
10	1,0 км к ССВ от УКП-6 (у водозабора)	45	0,284	128	0,02	0,01	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об
11	1,0 км к С от ЦПС-1	45	0,229	103	0,03	0,02	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об
12	0,6 км к С от ЦПС-1	67	0,296	198	0,11	0,02	н/об	н/об	0,0025	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,14
13	0,75 км к ЮВ от УКП-6	102	0,39	398	0,03	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,01	н/об
14	1,5 км к Ю от УКП-1 ЛС	60	0,243	146	0,02	0,02	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об
15	0,5 км к СВВ от УКП-1АС	45	0,222	100	0,04	0,01	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об
16	1,1 км к СВ от УКП-1 ЛС	90	0,2	180	0,03	0,01	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,36
17	3 км к С от п. Елюха (фоновые)	32	0,168	54	0,10	0,10	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	0,71
18	17 км П.Уренгой-Челябинск (фоновые)	60	0,27	162	0,07	0,03	н/об	н/об	0,0025	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	2,50
19	Перекресток дорог				0,23	0,05	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	1,47
20	Перекресток дорог	57	0,42	239	0,13	0,03	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	н/об	1,34

Таблица П.3

Результаты спектрального анализа снегового покрова

№ проб	Вес пробы, г/5л	Содержание микроэлементов в составе сухого осадка снеговой воды, %															
		Pb	Mo	Sn	Cu	Ag	Ni	Mn	Ga	Cr	Ti	Be	V	Zr	Ib	I	Sc
1	0,0353	0,0079	0,0002	0,00055	0,05	0,00007	0,0028	0,037	0,001	0,0074	>0,30	0,0002	0,0089	0,028	0,00025	0,0069	0,0008
2	0,2893	0,0046	0,00015		0,0042		0,001	0,006	<0,001	0,002	>0,30	0,00015	0,0018	0,03	0,00011	0,0039	0,00033
3	0,2945	0,0063	0,0002	0,00035	0,0063		0,0021	0,015	0,0011	0,0067	>0,30	0,00024	0,015	0,034	0,00027	0,0072	0,001
4	0,153	0,038	0,0006	0,0003	0,0075		0,0023	0,066	0,0012	0,01	>0,30	0,00021	0,011	0,081	0,0003	0,0063	0,00085
5	0,0212	0,0053	0,00015	0,0003	0,0064		0,0012	0,006	<0,001	0,0033	>0,30	0,0001	0,0039	0,042	0,00011	0,0047	0,0004
6	1,0073	0,006	0,0002		0,0045		0,0013	0,017	<0,001	0,0033	>0,30	0,00014	0,0089	0,03	0,00015	0,0044	0,00066
7	0,0264	0,0085	0,00014	0,0003	0,016		0,0019	0,3	<0,001	0,006	>0,30	0,00012	0,0051	0,019	0,00014	0,005	0,00046
8	0,0657	0,011	0,00013	0,0003	0,021		0,0021	0,047	0,0012	0,0072	>0,30	0,00017	0,0056	0,044	0,00025	0,0047	0,0006
9	0,1854	0,0049	0,00016		0,0041		0,0012	0,023	0,001	0,0035	>0,30	0,00017	0,0079	0,044	0,00021	0,0029	0,00067
10	0,0631	0,0057	0,00016		0,0045		0,0022	0,1	0,0012	0,0079	>0,30	0,00016	0,012	0,028	0,00024	0,0041	0,0007
11	0,1483	0,006	0,00015		0,0061	0,00011	0,0019	0,19	0,001	0,0045	>0,30	0,00016	0,0063	0,031	0,0002	0,039	0,0007
12	0,0165		0,00014		0,0033		0,0014	0,06	<0,001	0,0019	>0,30	0,0002	0,0035	0,0054	0,00011	0,0038	0,00079
13	0,0808	0,0063	0,00024		0,0083	0,000064	0,001	0,024	<0,0010	0,0029	>0,30	0,00011	0,0023	0,029	0,00012	0,0035	0,00047
14	0,0502	0,0053	0,0001		0,0044	0,000081	0,001	0,011		0,0018	>0,30	0,00011	0,0018	0,015	0,00012	0,0044	0,00035
15	0,0676	0,0095	0,00042		0,0077		0,0017	0,16	0,001	0,0044	>0,30	0,0002	0,0079	>0,1	0,00025	0,006	0,00083
16	0,1356	0,007	0,00018		0,0074	0,000054	0,0024	0,042	0,0012	0,006	>0,30	0,0002	0,012	0,044	0,00029	0,005	0,00089
17	0,0247	0,0072	0,0002	0,0006	0,031		0,0025	0,033		0,0056	>0,30	0,00012	0,0027	0,0063	0,00013	0,0042	0,00053
18	0,6853	0,0046	0,00017		0,0042		0,0017	0,031	0,001	0,004	>0,30	0,00014	0,015	0,032	0,00018	0,0037	0,0007
19	0,5398	0,0052	0,00023		0,011		0,0045	0,038	0,0013	0,0083	>0,30	0,00025	0,029	0,028	0,00026	0,0056	0,0022
20	0,1609	0,0067	0,00022		0,011		0,0024	0,017	0,001	0,0055	>0,30	0,00025	0,015	0,028	0,00017	0,006	0,001

Приложение 2

Химический состав надмерзлотных и
поверхностных вод на участках кустов скважин.

- Таблица П.4 Химический состав надмерзлотных вод на участках кустов скважин (Уренгойское, Заполярное, Ямсовейское месторождения)
- Таблица П.5 Химический состав поверхностных вод на участках кустов скважин.
- Таблица П.6 Химический состав надмерзлотных вод на участках кустов скважин (микроэлементы, нефтепродукты, СПАВ)
- Таблица П.7 Химический состав поверхностных вод на участках кустов скважин (микроэлементы, нефтепродукты, СПАВ)

Табл. П.4

**Химический состав надмерзлотных вод на участках кустов скважин
(Уренгойское, Заполярное, Ямсовейское месторождения)**

№	УКПГ	точка отбора	виды обсл. вод	рН	содержание, мг/л													Feобщ	SiO ₂
					окисл.	сух.ост	мин-я	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NH ₄	K	Na	Ca	Mg			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Ямс	31В-1	БСВ	8.67	4	288	314.42	173	40	51.26	0.6	0.8	4.1	10.4	32.87	0.97	0.36	19	
2	Ямс	33В-1	БСВ	9.28	48	25	359.94	170.16	0	284.35	8.4	0	7.5	71	46.49	6.32	5.7	18	
3	Зап	113В-1	БСВ	11.7	30.4	858	1138.88	499.14	49	129.36	208.2	8	23.4	163	40.48	16.54	1.76	11	
4	1АС	61В-1	БСВ	8.43	88	649	876.67	232.55	3.85	453.99	0.6	0	5.8	120	20.04	5.84	34	14	
5	8	230В-1	БСВ	8.35	144	1083	1308	581.38	0	451.55	0.6	0	4.1	115	136.9	9.73	12.6	16	
6	8	243В-1	БСВ	8.55	272	913	1322.14	266.58	0	815.23	1.5	0	5	174	36.07	12.16	11.6	14	
7	10	743В-1	БСВ	8.14	800	1490	1786.6	331.81	120.08	593.72	0	0	169	256	44.89	23.1	248	43	
8	12	В-1	БСВ	7.9	60.9	619	766	191	32	293	0	0.4	7	186	42	2	3.11	13.1	
9	Ямс	31В-3	болотные	6.85	20	10	12.89	3.9	0	6.1	0	0	0	0	0.8	0.97	1.12	1	
10	Ямс	31В-4	болотные	6.3	4	14	17.42	5.67	0	7.32	0	0	0.4	0	0.8	0.47	2.76	2	
11	Ямс	31В-5	болотные	7.6	4	40	62.44	4.96	0	45.15	0	0.1	0.7	0.4	0.8	2.43	7.9	29	
12	Ямс	33В-2	болотные	6.83	3.6	25	27.99	4.96	0	7.32	0	0	3.5	0.5	0.8	2.91	8	19	
13	Ямс	33В-3	болотные	6.15	56	67	71.52	3.55	0	9.15	0	0	5.8	0.5	1.6	2.92	48	50	
14	Ямс	33В-4	болотные	6.38	40	24	27.56	4.61	0	7.32	0	0	1	0.4	0.8	2.43	11	26	
15	Ямс	33В-5	болотные	5.6	64	19	20.9	4.25	3.5	4.88	0	0	0	0	1.6	1.95	4.72	15	
16	Зап	113В-2	болотные	4.15	8	1175	1175.49	743.03	49	0	0	0.4	4.1	24.5	236.5	71.09	46	27	
17	Зап	113В-3	болотные	6.2	14.4	163	165.06	83.31	49	4.27	0	0.063	0.5	1.3	24.05	10.21	2.36	14	
18	Зап	113В-4	болотные	7.9	24	233	279.15	75.51	32.15	92.75	0	0	1.5	3	48.1	19.94	6.2	24	
19	Зап	113В-5	болотные	7.27	16	219	231.26	124.78	10.9	25.02	0	0	1	5.4	42.48	15.08	6.6	22	
20	Зап	113В-6	болотные	6.1	4	111	114.18	56.01	20.3	6.71	0	0	0	1.3	16.83	8.27	4.76	6	
21	1АС	61В-2	болотные	8.27	13.6	214	283.59	70.9	0	129.36	0	0	0.7	8.2	49.7	9.73	15	7	
22	1АС	61В-3	болотные	8.3	13.6	215	306.78	39.7	10.9	183.06	0.6	0	1	10.1	48.9	8.76	3.76	1	
23	1АС	61В-5	болотные	7.2	9.6	455	466.96	317.69	20.3	24.41	0	0	2.1	47.5	27.25	11.67	16.1	14	
24	3	43В-2	болотные	7.2	7.76	131	150	57	0	37	0	0	0.8	34	16	2	0.72	3	
25	8	230В-2	болотные	7.7	11.2	122	138.42	60.06	0	34.17	0	0	1.3	6.8	16.83	4.86	14.4	13	
26	8	230В-3	болотные	7.94	16	98	119.22	45.38	0	43.93	0	0	0.4	4.1	14.03	4.38	7	9	
27	8	230В-4	болотные	7.88	3.2	66	94.53	9.57	3.8	58.58	0	0	0.4	2.4	15.23	2.43	2.12	4	
28	8	230В-5	болотные	8.2	16	192	266.33	42.54	10.1	148.89	0	0	1	11.2	36.87	9.73	6	11	
29	8	243В-2	болотные	7.29	320	170	198.74	59.56	0	56.14	0.6	0	2.7	19.4	18.04	7.3	35	19	
30	8	243В-3	болотные	7.05	10.4	56	71.33	8.86	0	31.73	0	0	0	0.2	8.02	2.92	19.6	6	
31	8	243В-5	болотные	7.54	7.2	165	190.79	70.9	0	51.26	0	0	1	15.5	16.83	7.3	28	7	
32	10	743В-2	болотные	8.14	11.2	249	297.91	85.08	53.5	99.46	0	0	0.7	23.3	25.65	5.84	4.38	10	
33	10	743В-3	болотные	7.45	2.8	22	24.7	9.93	3.85	6.1	0	0	0	0.5	2.4	1.46	16.46	5	

продолжение табл. П. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
34	12	В-2	болотные	6.3	74.4	197	277	28	0	159	0	0.6	3	8	10	24	86.25	43.5	
35	Ямс	31В-2	вода СТС	5.6	20	73	75.66	6.38	20.5	4.88	0	0.1	0.7	0.2	1.6	7.3	34	10	
36	3	43В-1	вода СТС	4.1	5.2	791	794	511	0	6	0	1.2	5.6	24	188	43	12.46	14.6	
37	4	170В-1	вода СТС	6.4	10.4	26	33.17	2.84	0	15.87	0	0	1.3	4.9	0.8	1.46	6	9	
38	4	170В-2	вода СТС	7.45	4	48	58.76	9.22	9	23.19	0	0	0	0.8	7.21	4.38	4.96	16	
39	6	16В-1	вода СТС	7.3	1.84	18	24	3	0	12	0	1	0.5	1.3	4	0	0.66	2	
40	6	16В-2	вода СТС	7.4	2.08	39	42	7	0	6	0	0.7	2.5	3	4	0	7.5	18.5	
41	10	743В-5	вода СТС	7.14	88	417	461	102.1	49.8	90.31	0	0	0.7	25.1	60.12	18.24	115	13	
42	11	115В-1	вода СТС	6.2	52.9	252	307	85	0	110	0	1	4	67	16	7	28.05	16.5	
43	11	115В-2	вода СТС	3	19.11	494	494	255	44	0	0	6	1	44	92	17	112	35.2	
44	12	1207В-1	вода СТС	6.9	5.76	60	69	5	17	18	0	0.4	1	6	6	2	5.6	14.2	
45	12	1207В-2	вода СТС	7.5	8.07	48	60	4	0	2.4	0	0.8	4.5	2.9	7	0	2.86	15.5	
46	1АС	8В-1	вытяжка	7.05	3.43	27	33	3	6	12	0	1.5	0.9	1.7	4	0	2.53	3.4	
47	1АС	8В-2	вытяжка	6.8	10.72	799	815	270	223	31	0	1.5	17	42.5	17	0	0.07	6.8	
ПДК (для рыбохоз. водоемов)								1000	300	100				0.5	50	120	180	40	0.05

Табл. П. 5.

Химический состав поверхностных вод на участках кустов скважин

№	УКПГ	точка отбора	виды обл. вод	рН	содержание, мг/л														
					окисл.	сух.ост	мин-я	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Fe _{общ}	SiO ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
48	1АС	8В-3	иск.озеро	5.3	2	17	20	7	0	6	0	0	0.6	1.7	2	0	0.98	3.4	
49	1АС	61В-4	озеро	7.1	5.6	27	30.35	11.7	6	7.32	0	0	0	0.8	1.6	2.43	0.8	0.08	
50	3	43В-3	иск.озеро	4.4	1.6	116	119	69	0	6	0	0	2	13	16	6	0.97	6.8	
51	4	170В-3	озеро	6.35	12	11	13.81	4.61	0	6.71	0	0	0	0	0.8	0.97	0.72	1	
52	4	170В-4	озеро	3.9	12	73	72.75	29.07	0	0	0	0	0	3	3.21	0.97	36.5	14	
53	4	170В-5	озеро	7.2	9.6	17	20.79	6.74	3.5	8.54	0	0	0	0	0.8	0.49	0.72	0	
54	6	16В-3	иск.озеро	7.3	9.12	292	359	101	2	134	0	0.2	2.7	29	70	6	0.34	13.9	
55	10	743В-4	озеро	7.4	4.8	24	27.57	6.38	10.8	7.32	0	0	0	0	1.6	0.97	0.5	3	
56	11	115В-3	озеро	7.1	15.59	22	28	4	0	12	0	0.4	0.2	2.5	4	1	2.23	2.9	
57	8	243В-4	ручьи	7.42	16	45	49.88	25.52	0	10.98	0	0	0	2.4	6.41	1.95	2.62	4	
ПДК (для рыбохоз. водоемов)								1000	300	100				0.5	50	120	180	40	0.05

Табл. П. 6

**Химический состав надмерзлотных вод на участках кустов скважин
(микроэлементы, нефтепродукты, СПАВ)**

№	УКПГ	точка отбора	виды обл. вод	содержание, мг/л													
				Al	Mn	Cr	Br	Pb	Zn	Ti	Ni	НП	СПАВ	B	V	Cu	Be
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Ямс	31В-1	БСВ	0.11	0	0.03	0	0	0.06	0.0562	0.0083	0.25	0	0.19	0.0083	0.0056	0.0001
2	Ямс	33В-1	БСВ	0.44	0.045	0.04	0	0.005	0.06	0.1413	0.0115	0.25	0	0.07	0.017	0.0107	0.0001
3	Зап	113В-1	БСВ	0.06	0.15	0.03	0	0	0.06	0	0.17	1.32	0	0.1	0	0	0
4	1АС	61В-1	БСВ	0.04	0.07	0.003	0	0	0.04	0.0851	0.008	14.5	0	0.12	0.0141	0.0066	0.0001
5	8	230В-1	БСВ	0	0.1	0	0	0	0.05	0	0	5.89	0	0.54	0.0214	0.0037	0.0002
6	8	243В-1	БСВ	0.07	0.04	0.02	0	0.019	0.03	0.126	0.0112	119.7	0	0.32	0.0135	0.0186	0.0001
7	10	743В-1	БСВ	0	1	2.3	0	0.038	0.41	0.17	0.0275	6.12	0	0.56	0.0224	0.0224	0.0003
8	12	В-1	БСВ	0.71	0.32	0	2.7	0	0	0.063	0	0	0.12	0.27	0.001	0.0024	0
9	Ямс	31В-3	болотные	0.25	0.15	0	0	0.008	0.12	0.0692	0.03	0.01	0	0.032	0.0138	0.007	0.0003
10	Ямс	31В-4	болотные	0.35	0.06	0.01	0	0	0.08	0.065	0.01	0.07	0	0.19	0.0065	0.003	0.0001
11	Ямс	31В-5	болотные	0.4	0.1	0	0	0	0.09	0.001	0	0.03	0	0.34	0	0.001	0
12	Ямс	33В-2	болотные	1.1	0.1	0.08	0	0	0.08	0.0017	0	0.25	0	0.1	0.0015	0.002	0
13	Ямс	33В-3	болотные	10	0.15	0.3	2.16	0	0.53	0.001	0	0.19	0	0.16	0	0.001	0
14	Ямс	33В-4	болотные	0.7	0.08	0.01	1.08	0	0.07	0.001	0	0.04	0	0.14	0	0.001	0
15	Ямс	33В-5	болотные	0.39	0.02	0.01	0	0	0.05	0.001	0	0.02	0	0.02	0	0.001	0
16	Зап	113В-2	болотные	0.5	12.5	0.03	3.24	0	0.15	0.1072	0.0074	0.16	0	0.17	0.01	0.0031	0.0001
17	Зап	113В-3	болотные	0.36	1	0	0	0	0.08	0.1202	0.007	0.1	0	0.032	0.007	0.0055	0.0001
18	Зап	113В-4	болотные	0.03	1.75	0	3.24	0	0.35	0.001	0	0.97	0	0.09	0	0.001	0
19	Зап	113В-5	болотные	0	0.75	0	1.62	0	0.06	0.0708	0.0055	0.09	0	0.09	0.0011	0.0017	0.0001
20	Зап	113В-6	болотные	0.02	1.3	0	0	0	0.05	0.1	0.009	0.15	0	0.09	0.0071	0.0075	0.0001
21	1АС	61В-2	болотные	0.06	0.01	0.02	0	0	0.02	0	0	0.55	0	0.16	0	0.001	0
22	1АС	61В-3	болотные	0	0.01	0.01	0	0	0.04	0	0	0.26	0	0.13	0	0.001	0
23	1АС	61В-5	болотные	0	1.75	0.01	1.08	0	0.05	0.001	0	0.26	0	0.19	0.0012	0.0028	0
24	3	43В-2	болотные	0.26	0.05	0	0.54	0	0	0.003	0	0	0.14	0	0.001	0.0013	0
25	8	230В-2	болотные	0.16	0	0	0	0	0.04	0.0003	0	0.42	0	0.14	0.0015	0.0013	0
26	8	230В-3	болотные	0.1	0.01	0	0	0	0.05	0.001	0	0.11	0	0.08	0	0.001	0
27	8	230В-4	болотные	0.25	0.01	0	0	0	0.06	0.0602	0.006	0.09	0	0.14	0.0056	0.0025	0.0001
28	8	230В-5	болотные	0.04	0	0	0	0	0.09	0.001	0	0.09	0	0.11	0.0013	0.0021	0
29	8	243В-2	болотные	1.08	0.5	0.02	0	0	0.1	0.002	0	0.23	0	0.24	0.0029	0.0032	0
30	8	243В-3	болотные	0.13	0.1	0	0	0	0.04	0.001	0	1.63	0	0.08	0	0.001	0
31	8	243В-5	болотные	0.13	0.1	0	0	0	0.08	0.001	0	0.07	0	0.1	0.004	0.001	0
32	10	743В-2	болотные	0.13	0.05	0	0	0	0.06	0.0138	0	2.29	0	0.14	0.002	0.001	0.0002
33	10	743В-3	болотные	0.1	0.15	0.02	0	0	0.05	0.001	0	0.22	0	0.08	0	0.001	0

продолжение табл. П. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
34	12	В-2	болотные	11.75	2.5	0.005	8.64	0	0	0.1	0.0075	0	0.16	0.28	0.005	0.0076	0.0001
35	Ямс	31В-2	вода СТС	1	0.1	0.01	0	0.075	0.08	0.0631	0.025	0.19	0	0.1	0.0015	0.002	0
36	3	43В-1	вода СТС	36.25	21.66	0	4.05	0.006	0	0.1	0.0126	1.2	0.05	0	0.0048	0.015	0.0001
37	4	170В-1	вода СТС	1.35	0.1	0.06	1.06	0	0.11	0.0324	0.006	0.14	0	0.08	0.0057	0.001	0.0001
38	4	170В-2	вода СТС	0.5	0.15	0.02	1.62	0	0.05	0.0015	0.005	3.31	0	0.054	0	0.0012	0
39	6	16В-1	вода СТС	0.77	0	0.012	0	0.008	0	0	0.0046	2.4	0.09	0	0	0	0
40	6	16В-2	вода СТС	46.75	0.08	0.026	0	0.011	0	0.1	0.02	0	0.02	0	0.006	0.028	0.0001
41	10	743В-5	вода СТС	0.8	1.25	0.04	4.32	0	0.08	0.001	0	9.98	0	0.14	0	0.001	0
42	11	115В-1	вода СТС	23.25	5.66	0	0	0.014	0	0.1	0.011	0	0.24	0	0.0047	0.015	0.0001
43	11	115В-2	вода СТС	1.02	5.66	0	0	0	0	0.1	0.0063	0	0.18	0	0.0026	0.0076	0.0001
44	12	1207В-1	вода СТС	6.5	0.08	0	1.62	0.014	0	0.1	0.012	0	0.04	0	0.006	0.015	0.0001
45	12	1207В-2	вода СТС	16.75	0.05	0	1.89	0.006	0	0.1	0.0132	2	0.01	0	0.0057	0.0126	0.0001
46	1АС	8В-1	вытяжка	4.75	0.05	0	0	0	0	0.003	0	0	0.02	0.02	0.0012	0.008	0
47	1АС	8В-2	вытяжка	0.3	0	0	0.28	0.007	0	0.1	0.015	0.4	0.15	0.11	0.0083	0.021	0.0001
ПДК (для рыбохоз. водоемов)				0.04	0.01	0.02	12	0.01	0.01	0.06	0.01	0.05	0.1	0.5	0.001	0.001	0.0003

Табл. П. 7

Химический состав поверхностных вод на участках кустов скважин
(микроэлементы, нефтепродукты, СПАВ).

№	УКПГ	точка отбора	виды обл. вод	содержание, мг/л													
				Al	Mn	Cr	Br	Pb	Zn	Ti	Ni	НП	СПАВ	B	V	Cu	Be
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
48	1АС	8В-3	иск.озеро	0.71	0.05	0	0.27	0	0	0.1	0.0056	0	0.05	0.02	0.001	0.003	0.0001
49	1АС	61В-4	озеро	0	0.2	0.02	0	0	0.05	0.0017	0	0.31	0	0.13	0.0013	0.001	0
50	3	43В-3	иск.озеро	0.73	1.66	0	0.81	0	0	0.01	0	0	0.06	0.06	0.001	0.003	0
51	4	170В-3	озеро	0.17	0.4	0.02	0.54	0	0.07	0.0011	0.005	1.12	0	0.07	0.0018	0.0026	0
52	4	170В-4	озеро	0.53	0.6	0.02	0.54	0	0.09	0.001	0	0.78	0	0.09	0	0.0013	0
53	4	170В-5	озеро	0.12	0.07	0.02	0	0	0.1	0	0	0.05	0	0.08	0	0.005	0
54	6	16В-3	иск.озеро	0.19	0.12	0	0.54	0	0	0.006	0	0	0.13	0.06	0.001	0.0033	0
55	10	743В-4	озеро	0.2	0.03	0.02	0	0	0.05	0.003	0	0.15	0	0.07	0	0.001	0
56	11	115В-3	озеро	0.24	0.15	0	0	0	0	0.008	0	0	0.13	0.04	0.001	0.003	0
57	8	243В-4	ручья	0.07	0	0	0	0	0.02	0.001	0	0.04	0	0.1	0	0.0025	0
ПДК (для рыбохоз. водоемов)				0.04	0.01	0.02	12	0.01	0.01	0.06	0.01	0.05	0.1	0.5	0.001	0.001	0.0003

Приложение 3
Химический состав поверхностных вод.
К разделу 3.4 Поверхностные воды.

- Таблица П.8 Микрокомпонентный состав поверхностных вод Уренгойского месторождения.
- Таблица П.9 Основные показатели загрязнения поверхностных вод Уренгойского месторождения.
- Таблица П.10 Обобщенная характеристика загрязнения поверхностных вод Уренгойского месторождения на различных этапах его эксплуатации.
- Таблица П.11 Результаты химических анализов проб поверхностных вод, отобранных в июле-августе в 1994 г. в районе УКПГ-1 АС.

Табл. П 8

Микрокомпонентный состав поверхностных вод
Уренгойского месторождения (ТюменНИИгипрогаз, 1994г.)

№	пункт обследования	содержание, мкг/л					
		Cr	Zn	Cu	Pb	Mn	B
1	2	3	4	5	6	7	8
1	оз. Тойяганто		0.035			0.220	0.020
2	оз. 1км. южнее УКПГ-1АС		0.235			0.200	0.040
3	оз. у к.70	0.070	0.800	0.005		0.220	0.010
4	оз. рядом с БСНИИ		0.420	0.008		0.400	0.010
5	оз. на З от УКПГ-2	0.030	0.071	0.003	0.020	1.550	0.010
6	оз. на ЮЗ 800м отУКПГ-2		0.053	0.005		1.650	0.020
7	оз. 1,5км на В от УКПГ-2	0.010	0.029	0.005		0.420	0.040
8	озеро у к.24	0.010	0.400	0.042		0.250	0.020
9	оз. у к.314 УКПГ-3	0.010	0.129	0.008		0.200	0.060
10	оз. 3 км Сев УКПГ-3	0.070	0.029			0.500	0.050
11	Фоновое озеро			0.005			0.030
12	оз. у к.44		0.041	0.008		0.550	0.010
13	оз. у к.170	0.010	0.212	0.015		0.200	0.060
14	оз. у к.47	0.030	0.141			1.100	
15	оз. у поглощ. скважины	0.030				0.600	0.040
16	оз. 5 км. на ЮЗ от УКПГ-5		0.082			1.800	0.020
17	оз. 3 км. на Ю от УКПГ-6		0.006			0.050	0.060
18	оз. 6км. на ЮЗ от УКПГ-6	0.010	0.035			0.350	0.040
19	оз. в устье скв. 63		0.076	0.003	0.020	0.580	0.030
20	оз. 300м. на С от к.202	0.100	0.035			0.220	
21	оз. 5 км. на З от УКПГ-6	0.200	0.018			0.600	0.010
22	оз. 8 км. на ЮЗ отУКПГ-6		0.035			1.150	0.020
23	оз. у к.229		0.129	0.018		0.800	0.010
24	оз. у к.6279		0.059	0.005		1.300	0.020
25	оз. у к.83 УКПГ-8		0.059	0.003		1.150	0.030
26	оз. 2 км. на ЮЗ от УКПГ-8		0.035	0.008		0.780	0.010
27	оз. 5 км. на ЮВ от УКПГ-9		0.018			0.220	
28	оз. 4 км. на ЮВ от УКПГ-9		0.018			0.650	0.020
29	оз. 3 км. на ЮВ от УКПГ-9		0.047			0.120	
30	оз. у к.241		0.141	0.008		0.520	0.030
31	оз. 3,5 км. на В отУКПГ-9	0.050	0.012			0.250	0.050
32	оз. 6 км. на В от УКПГ-9	0.010	0.041	0.013		0.200	0.010
33	оз. 3 км на ЮВ от УКПГ-10		0.018		1.400		0.030
34	оз. у к.104		0.076	0.003		0.050	0.040
35	оз. у к.1013		0.240			0.220	0.040
36	оз.-отстойник к.101		0.159			0.170	0.050
37	оз. у к.107		0.116			0.075	0.040
38	оз. р-н УКПГ-10		0.024			1.250	0.010
39	мочажина в 1км СЗ УКПГ-13					0.080	0.060
40	ручей у к. 19	0.010	0.059	0.005		1.100	0.060
41	ручей	0.030	0.235	0.005	0.020	0.800	
42	ручей	0.040	0.047	0.003		0.450	0.030
43	ручей 5км. на ЮЗ от УКПГ-5		0.082		1.800		0.020
44	ручей	0.010	0.018			0.480	0.020
45	ручей у к.1504					0.120	0.020
46	р. Мареловояха у водозабора	0.180	0.076			1.600	0.020
47	р. Мареловояха у моста		0.059	0.008		0.620	
48	р. Мареловояха	0.012	0.094	0.005		1.000	0.030
49	р. Варенгаяха в городе			0.003		0.070	0.020

продолжение табл. П. 8

1	2	3	4	5	6	7	8
50	р. Варенгаяха (зап. контур)		0.041	0.005			0.030
51	р. Седзяха	0.030	0.059	0.005	0.020	0.200	
52	р. Евояха у базы (вост. контур)		0.018	0.005		0.020	0.030
53	р. Евояха (кирпичный завод)		0.023			0.120	0.010
54	р. Нерхаяха	0.060	0.082	0.005	0.040	0.620	0.060
55	р. Сидехарловаяха		0.012	0.003		0.120	0.010
56	р. Нюде-Есетояхатарка к.173		0.029	0.003		0.250	0.020
57	р. Нюдя-Есетаяха у р.700		0.071	0.003		1.000	0.010
58	р. Нюдя-Есетаяха у к.188		0.071			0.600	0.010
59	р. Нгарка-Есетаяха (база Базальт)		0.071	0.008		0.580	0.020
60	р. Нгарка-Есетаяха у р.510		0.076	0.010		1.000	0.020
61	р. Нгарка-Тангалова (зап. контур)					0.120	0.040
62	р. Нгарка-Тангалова к.106		0.024			0.028	0.040
63	р. Нгарка-Табьяха (зап. контур)		0.006	0.003		0.050	0.030
64	р. Едэйхарвута					0.250	0.050
65	р. Паравыхадуттэ (контур газоносности)					0.020	0.080
66	р. Сидимютте у к.1527					0.100	0.020
67	устье р. Сидимютте					0.020	
68	р. Халаяха 1км на С от к.1537					0.100	
69	р. Хадуттэ (водозабор)		0.010			0.052	

Табл. П 9

Основные показатели загрязнения поверхностных вод
Уренгойского месторождения (ТюменНИИгипрогаз 1980-1995 г.)

№	пункты обследования	дата	содержание, мг/л						
			НП	метанол	фенол	NH ₄	NO ₃	NO ₂	окисляемость
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	оз. Тойяганто	1990	0.60				0.20		
2	оз. Тойяганто	1994	0.21						3.20
3	оз.возле УГПС-1АС	1990	0.80	1.36			0.80		
4	оз.1км на Ю от УГПС-1АС	1994	0.26	0.60		1.50	0.40		21.60
5	оз. у к.70	1994	0.24			0.70			8.00
6	оз. рядом с БСНИИ	1994	0.20	0.13		0.20			3.70
7	оз. на З от УКПГ-2	1994		103.00		1.50			11.60
8	оз. № 1	1983	0.40						7.60
9	оз. № 1	1990					0.90		
10	оз. 300м на В от УКПГ-2	1980							0.60
11	оз. на ЮЗ 800м отУКПГ-2	1994	0.49	0.50		0.10			8.50
12	оз. № 2	1990	0.20	0.79			0.40		
13	оз. 1,5км на В от УКПГ-2	1994	0.59			0.10			4.30
14	озеро у к.24	1994	0.68			0.30			6.90
15	оз. Нераяганто	1990		1.80					
16	оз. у к.314 УКПГ-3	1994				0.30			6.90
17	оз. 3 км Сев УКПГ-3	1994	0.30			1.00			15.60
18	УКПГ-3 оз. №3	1990		0.91					
19	Фоновое озеро	1994	0.33			0.20			6.40
20	оз. у к.44	1994	0.20			0.80	0.40		12.80
21	оз. у к.170	1994				0.70			11.70
22	оз. у к.47	1994				0.30			7.46
23	оз. у поглощ. скважины	1994		898.00	158	1.00			29.85
24	оз. 3 км. на Ю от УКПГ-6	1994	0.57			0.20			11.20
25	оз. Нгаркато	1990	1.00	1.35					
26	оз. 6км. на ЮЗ от УКПГ-6	1994				0.80			13.30
27	озеро УКПГ-5	1990		1.10			0.50		
28	озеро Фоновое	1990					0.20	0.02	
29	озеро Техногенное	1990		2.31					
30	оз. в устье скв. 63	1994	0.29			0.40			0.18
31	оз. УКПГ-6	1990	0.20					0.010	
32	оз. 5 км. на З от УКПГ-6	1994	0.36	0.80		0.10			5.33
33	оз. 300м скв. 202	1994	0.21	6.30		0.70	0.80		16.20
34	оз. 8 км. на ЮЗ отУКПГ-6	1994				0.60	0.40		15.70
35	оз. УКПГ-7	1990	0.40				0.58		
36	оз. у к.229	1994				0.50			17.10
37	оз. у к.6279	1994		0.13		0.50	1.80		12.80
38	оз. №2 УКПГ-8	1990					0.58		
39	оз. у к.83 УКПГ-8	1994		0.19		0.30			
40	оз. №1	1990		0.15			0.10		
41	оз. 2 км. на ЮЗ от УКПГ-8	1994	1.21	0.13		0.40			4.30
42	оз. 5 км. на ЮВ от УКПГ-9	1994	0.22			0.20	0.40		10.10
43	оз. 4 км. на ЮВ от УКПГ-9	1994	0.36			0.30	0.40		9.60
44	оз. 3 км. на ЮВ от УКПГ-9	1994				0.40	0.40		7.50
45	оз. у к.241	1994				0.30	3.40		19.70
46	оз. у а/д. к.1008	1990					0.48	0.01	
47	оз. 3,5 км. на В отУКПГ-9	1994	0.46	0.80		0.30			2.13
48	оз. у скв. р.683	1990					0.25		
49	оз. 6 км. на В от УКПГ-9	1994	0.90	1.90		0.30	0.40		8.00

продолжение табл. П.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	оз. УКПГ-10	1994				0.80			8.00
51	оз. 3 км на ЮВ от УКПГ-10	1994				0.40			4.80
52	оз. УКПГ-10	1990					2.00		
53	оз. у к.104	1994	232.00			0.30			2.70
54	оз. у к.1013	1994		0.13					4.30
55	оз. у а/д. к.1011	1990					0.50		
56	оз.-отстойник к.101	1994		0.45					
57	оз. у к.107	1994		0.52		0.20			4.80
58	УКПГ-10	1990					0.35		
59	оз. р-н к.207	1990					0.45		
60	оз. р-н УКПГ-10	1990		1.00	8.00		1.85		
61	оз. р-н УКПГ-10	1994		0.45					
62	оз. УКПГ-10	1990					0.20		
63	оз. УКПГ-10	1994		0.52					
64	УКПГ-10	1990					0.75	0.03	
65	оз. у УКПГ-11(исток реки)	1995	1.01				0.80		11.20
66	мочажина в 1км СЗ УКПГ-13	1995	0.64			1.00			30.61
67	ручей у к. 19	1994	0.36						6.40
68	ручей	1994				0.10			8.40
69	ручей	1994				0.50			7.70
70	ручей УКПГ-4	1990		0.09			0.80		
71	ручей 5км. на ЮЗ от УКПГ-5	1994	0.56	0.19					
72	ручей Нябыяха	1990	0.20				0.30		
73	ручей УКПГ-7	1990	0.20				0.98	0.02	
74	ручей УКПГ-9	1994	0.46	0.80		0.40	0.40		9.60
75	ручей 100м. В от УКПГ-12	1995	2.42			0.20	0.70		10.95
76	ручей у к.1504	1995	0.95			1.00			40.85
77	р. Мареловояха (водозабор)	1994				0.70			11.00
78	р. Мареловояха у моста	1994				0.70			9.60
79	р. Мареловояха	1994		19.00		0.70			8.00
80	Мареловояха 4км до устья	1980							3.00
81	Варенгаяха 400м ниже моста	1980			0.03				5.60
82	р. Варенгаяха у гост. "Русь"	1983	0.45						
83	р. Варенгаяха в городе	1994	0.35			0.40			3.70
84	р. Варенгаяха (зап. контур)	1994	0.35	0.13		0.20			5.30
85	р. Еволяха 100м до впадения р.Седзяха	1980							4.90
86	р. Еволяха 1км ниже устья р.Седзяха	1980			0.02				4.20
87	р. Еволяха (Н. Уренгой)	1983	0.75						
88	р. Еволяха 150м ниже устья Мареловояхи	1983							7.00
89	р. Еволяха 1км ниже устья Нераяхи	1980							5.50
90	р. Седзяха	1994	0.23	1.30		0.10			6.40
91	р. Седзяха створ №1	1990	0.40				0.09	0.02	
92	р. Седзяха створ №2	1990	0.80						
93	р. Еволяха 50 м. ниже моста	1983	0.30						
94	р. Еволяха (межпромысловый мост)	1994	0.43			0.36	0.048	0.017	
95	р. Еволяха у базы (вост. контур)	1994		0.13					6.90
96	р. Нераяха на ЮВ от УКПГ-2	1980							3.20
97	р. Еволяха (кирпичный завод)	1994				0.20			5.30

продолжение табл. П.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
98	р. Нерхаяха	1994	0.78			0.30			5.30
99	р. Сидехарловаяха	1994	0.33						4.30
100	р. Есетояхатарка к.173	1994	0.46	1.95		0.80			13.30
101	р. Нюдя-Есетаяха у р.700	1994	0.32	10.60		0.50			6.40
102	р. Нюдя-Есетаяха у к.188	1994		139.00		0.60			12.30
103	р. Нюдя-Есетаяха	1983				0.40			
104	пов-е воды в районе водозабора УКПГ-5	1983	0.64						6.90
105	речка в районе водозабора УКПГ-6	1983	0.37						9.10
106	р. Пидейяха до водозабора	1994				0.79	0.69		
107	р. Пидейяха за водозабором	1994				0.74	0.69		
108	Нгарка-Есетаяха (база Базаль	1994				0.26			
109	Нгарка-Есетаяха 2км ниже Базальта	1995	0.66						3.04
110	р. Нгарка-Есетаяха у р.510	1994		0.13		0.70	3.40		12.30
111	речка в р-не водозабора	1983	0.375						9.30
112	Нгарка-Тангалова (зап. контур	1994				0.20			3.20
113	р. Нгарка-Тангалова	1994	0.81	0.190		0.20			5.30
114	р. Нгарка-Табьяха (западный контур)	1994							4.30
115	р. Нгарка-Табьяха	1990	0.21				0.48		
116	р. Еньяха (под автомостом)	1995	0.90					0.14	6.16
117	р. Паравыхадуттэ (верховье)	1995	0.76						15.91
118	р. Едэйхарвута	1995	0.12				0.40		13.19
119	р. Паравыхадуттэ (контур газоносности)	1995	0.89				0.40		7.27
120	р. Сидимютте у к.1527	1995	2.60			0.20			15.27
121	устье р. Сидимютте	1995	0.42			0.20		0.39	15.75
122	р.Халаяха 1км на С от к.1537	1995	2.37						15.27
123	р. Хадуттэ (до фильтра)	1994-95	0.20		4.00	2.00	0.034	0.38	24.00
124	р. Хадуттэ (после фильтра)	1994-95	0.60			1.30	0.06	0.39	9.40

Таблица П. 10

Обобщенная характеристика загрязнения поверхностных вод Уренгойского месторождения на различных этапах его эксплуатации

Даты исследований, годы	Районы УКПГ	Значения показателей загрязнения, от-до/среднее (кол-во определений)							Окисляемость, МгО ₂ /л
		Содержание, мг/л							
		Нефтепродуктов	метанола	фенолов	СПАВ	NH ₄	NO ₃	NO ₂	
1980	1АС-2,8	н/об (7)	н/оп	до 0,03 0,01(5)	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	0,6-5,6 3,9(7)
1983	1,2-5,7	до 0,85 0,44(9)	н/оп	н/оп	н/оп	до 0,4 0,2(2)	н/оп	н/об (2)	6,9-9,3 8(5)
1990	1АС-10	до 1 0,2(24)	до 2,3 0,54(20)	н/оп	н/оп	н/об (2)	до 1,85 0,51(57)	до 0,03 0,0003(26)	н/оп
1994	1АС-10	до 1,2 0,21(64)	до 19 0,81	н/об(59)	н/оп	до 1,5 0,45(59)	до 3,4 0,22(64)	до 0,017 0,0003(59)	0,18-30 8,8(56)
1995	7,11-13,15	0,12-2,6 1,1(12)	н/оп	н/об(12)	0,06-0,12 0,09(12)	до 1 0,15(11)	до 0,8 0,21(11)	н/об (9)	0,12-41 15(12)
1994-1995	1АС-10,11- 13,15	до 2,6 0,35(76)	до 19 0,81(59)	н/об (71)	0,06-0,12 0,09	до 1,5 0,4(70)	до 3,4 0,22(75)	до 0,017 0,0003(68)	0,12-41 9,9(68)
ПДК (рыбохоз.)		0,05	0,1	0,001	0,1	0,5	40,0	0,08	-

Результаты химических анализов проб поверхностных вод, отобранных в июле-августе 1994 года
в районе УКПГ-1 АС (по данным ВНИПИгаздобычи, Камышев, 1995)

№№ п/п	Место отбора проб	Содержание компонентов, мг/л																						
		pH	Mg	Ca	Na+K	Cl	HCO ₃	Сухой остаток	Взвешенные вещества	Растворенны й O ₂	XПК	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Fe _{общ}	Cu	Ni	Zn	Pb	Mn	Нефтепро- дукты	СПАВ	Метанол	ДЭГ
1	Озеро	7	0,97	4,01	23,23	37,48	14,64	63	38	8,6	45,3	0,24	0,04	н.о.	0,55	н.о.	0,8	16	н.о.	31	н.о.	0,35	0,0071	
2	р. Мареловаяха	6,9	н.о.	1,00	22,54	29,57	12,20	50	11	11,13	89,00	0,21	0,02	0,11	1	1,2	3,2	3,8	н.о.	6	3,73	0,3	н.о.	н.о.
3	Озеро	6,8	0,85	3,01	20,70	34,79	8,54	57	45	10,62	30,2	0,78	0,01	0,18	2,25	-	-	-	-	-	0,24	0,28	н.о.	н.о.
4	р. Мареловаяха	6,9	0,85	3,01	16,10	25,55	12,20	45	13	10,54	30,2	0,26	0,06	0,11	7,05	2,5	1,6	27	5,6	91	2,2	0,23	н.о.	н.о.
5	Озеро (скв. 129)	6,5	0,61	3,01	22,54	34,79	12,20	62	54	9,3	30,2	0,36	0,01	н.о.	0,91	-	-	-	-	-	1,6	0,23	н.о.	н.о.
6	р. Мареловаяха	5,9	1,84	3,01	12,19	29,46	н.о.	40	41	10,54	15,1	0,28	0,03	н.о.	0,52	2,5	2,4	97	1,6	1,5	0,84	н.о.	0,005	н.о.

Примечания: 1. Сульфаты, карбонаты и хром во всех пробах отсутствуют.

2. Условное обозначение "н.о." означает, что данное вещество в пробах не обнаружено.

Приложение 4

Химический состав подземных вод межмерзлотных горизонтов Уренгойского месторождения.
К разделу 3.5 Межмерзлотные воды

Таблица П.12	Химический состав и основные показатели загрязнения подземных вод межмерзлотных горизонтов Уренгойского месторождения при первичном опробовании (1976-1984 гг.)
Таблица П.13	Химический состав и показатели загрязнения подземных вод межмерзлотных горизонтов Уренгойского месторождения. (1982-1995гг.)
Таблица П.14	Микрокомпонентный состав подземных вод олигоцен-четвертичного комплекса Уренгойского месторождения (1994-1995 гг.)
Таблица П.15	Результаты определения гидрогеохимических показателей водозаборных скважин Уренгойского газоконденсатного месторождения, 1983г.
Таблица П.16	Содержание микрокомпонентов в подземных водах Уренгойского месторождения, 1983г.
Таблица П.17	Таблица статистических показателей состава подземных вод Уренгойского месторождения.

Таблица П.12

Химический состав и основные показатели загрязнения подземных вод межмерзлотных горизонтов
Уренгойского месторождения при первичном опробовании

Район УКПГ	Даты отбора, годы	Значения показателей, от-до/среднее (кол-во проб)												Окисляе- мость, мгО ₂ /л	
		рН	Минера- лизация, мг/л	Содержание мг/л								соединений азота			
				основных ионов											
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe _{общ.}	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	
1АС	1983- 1984	6,4-7,4 6,8(4)	36-97 61(4)	1,4-7 3,4(4)	-	23-71 44(3)	1,2-2,0 1,5(3)	3,0-10,0 5,2(3)	1,0-5,2 3,1	2,2-6,0 4,1(3)	0,7-1,0 0,8(3)	н/оп	н/оп	н/оп	2,1-3,5 2,8(2)
1	1976- 1977	5,8-7,5 6,9(9)	21-80 43(5)	2,0-9,0 3,9(11)	-	9,0-49,0 25(10)	0,1-1,2 0,7(8)	1,0-13,0 3(8)	1,0-4,0 2,3(12)	1,0-6,0 3,7(12)	1,9-7,9 4,9(2)	0,2-0,4 0,1(8)	-	-	2,6-2,9 2,8(2)
2	1977- 1978	6,4-7,9 6,9(6)	56-149 78(5)	2-14 5,5	-	13,0-98 44(6)	0,6-1,5 0,9(3)	1,0-16,0 5,5(5)	1,0-9,0 4,4(5)	6,0-14,0 7,1(5)	1,6-3,6 2,6(2)	0,5-0,7 0,6(3)	до 0,02 0,05(4)	до 0,02 0,5(4)	2,0-8,2 4,4(5)
2В	1982- 1986	3,9-7,0 5,8(7)	26-77 55(6)	0,7-3 2,0(7)	до 6 1(6)	12-170,9 47(7)	до 1,1 0,47(7)	1,0-8,7 3,8(7)	1,0-4,9 28(7)	2,0-5,4 3,7(7)	0,25-8,8 3,6(6)	н/оп	н/оп	н/оп	0,75
3	1978	5,3-6,7 6,0(6)	25-121 52(5)	2-3 2,9(7)	19-51 17(5)	12-61 24(7)	0,5-0,7 0,6(3)	-	1,0-5,0 2,5(6)	2,0-34,0 9,7(6)	н/оп	-	-	до 0,01 0,003	1,2
3	1984	6,15	34	2	-	24	0,8	1	4	2	0,74				1,36
4	1979- 1981	4,8-7,1 6,3(11)	20-71 49(6)	2,0-3,0 2,3(11)	3,0-17,0 4,9(9)	12-49 27(11)	0,5-0,8 0,7(7)	1,0-3,0 1,6(11)	1,0-24 4,6(11)	1,0-10,0 45(11)	0,4-6,1 4,0(3)	до 1,0 0,5(4)	до 1,1 1,8(6)	-	1,2-3,2 2,2(8)
5	1979- 1981	5,3-7,4 6,5(12)	18,5-59 43(5)	2,0-7,0 3,3(12)	3,0-6,0 0,92(8)	12-37 33(12)	0,5-0,1 0,8(9)	1,0-9,0 2,2(12)	1,0-5,0 2,7(12)	2,0-6,0 5(12)	0,6-6,4 3,3(3)	0,2-0,4 0,08(5)	-	до 1,0 0,16(6)	1,4-3,4 2,8(9)
6	1980- 1981	5,4-6,3 5,9(10)	19,5-54 33(7)	1,0-4,0 2,6(10)	3,0-17 4,6(9)	12-17 19,9(10)	0,5-1,2 0,7(10)	1,0-2,0 1,2(10)	1,0-4,0 1,5(10)	2,0-4,0 3,0(10)	1,7	0,7 0,5(3)	-	-	2,2-3,6 2,7(3)
7	1981- 1982	4,0-7,6 6,4(17)	21-85 41(15)	1,0-8,0 3,3(16)	3,0-16 5,9(16)	6,0-61 23(16)	0,4-1,1 0,9(15)	0,5-6,0 2,5(16)	1,0-4,0 1,7(17)	1,0-8,0 3,7(17)	0,15-2,4 1,0(8)	0,2-4,7 0,7(8)	-	-	0,9-3,5 2,2(11)
8	1981- 1983	4,0-7,7 6,5(11)	19-134 65(10)	2,0-8,0 3,9(13)	3,0-20 4,8(10)	6,0-122 47(13)	0,3-1,0 1,04(9)	1,0-19,0 5,18(13)	1,0-7,0 3,4(14)	2,0-8,0 4,4(13)	0,2-1,6 0,6(7)	до 0,7 0,4(6)	-	-	0,9-5,3 2,7(8)
9	1982- 1983	5,9-7,6 7(14)	30-224 149(12)	2,0-8,0 4,1(14)	8,6-19 2,3(13)	12-366 106(13)	2,0-3,0 2,2(8)	2,0-47,0 22,4	0,6-23,0 5,4(14)	20-68 8,9(14)	0,4-7,3 2,4(11)	0,4-1,4 0,51(11)	до 0,3 0,04(7)	0,003-14 0,5(8)	3,3-16,0 7,6(11)
10	1983- 1984	5,1-7,6 6,7(9)	88-230 143(7)	2,2-6,0 7,9(9)	6,6-16,0 4,2(9)	3,0-122 67(9)	2,0-4,0 3,1(7)	9,0-39 14,0(8)	1,0-10,0 5,4(9)	2,8-12,0 7,6(9)	0,3-0,9 0,4(7)	0,5-1,0 0,5(7)	до 10,0 2,5(4)	до 0,03 0,01(3)	3,2-6,9 5,4(6)

Примечание: CO₃²⁻ - не обнаружено

Химический состав и показатели загрязнения подземных вод межмерзлотных горизонтов Уренгойского месторождения
(по данным ТюменНИИгипрогаза)

УКПГ	Место отбора проб	Даты отбора, годы	рН	Минерализация, мг/л	Содержание, мг/л, от-до/среднее (кол-во проб)															Окисляемость, мгО ₂ /л
					основных ионов									соединений азота			органических веществ			
					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃	CO ₃ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ²⁺	Fe _{общ}	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	нефтепродуктов	метанола	фенолов	
1АС	В	1994	6	24	1.4	1.3	16	-	-	0.8	3.2	1.2	н/оп	0.3	-	-	0.1	-	-	1.2
1	В	1982-1985	6-7.1 6.7(5)	14-42 25(5)	1.8-3.4 2.45(5)	-	3.7-15 7.6(5)	-	до 0.6	до 2.6	до 1.95	до 2.8	-	до 0.2 0.1(2)	н/оп	-	0.2-2.9 1.5(3)	н/оп	н/оп	1
		1994-1995	6-7 6.6(3)	32-44 39(3)	3.5-10 9.6(3)	4.8-7.4 6.5(3)	6.1-10 8.3(3)	-	0.3-0.4 0.3(3)	0.6-1 0.7(3)	2.1-6.3 3.8(3)	2.4-4.6 3.3(3)	3.5-9.8 6(3)	до 0.7 0.2(3)	-	-	0.1-1.4 0.63(3)	до 8.8 4.6(3)	-	1.9
2	В	1982-1983	6.7 6.7(1.2)	78-111 95(2)	1.4-3.2 2.3(2)	-	8.6-37 37(2)	-	0.4-1.0 0.7(2)	2.7-4.5 3.6(2)	2.1-4.3 3.2(2)	5.4-7.4 6.4(2)	31 16(2)	0.4	н/оп	-	0.3	н/оп	-	2.6
		1994	6	43	2.5	1.3	29	-	0.4	1.3	1.7	4.4	2.7	0.3	1.8	-	0.08	-	-	1.1
3	В	1983	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	0.34-0.42 0.38(2)	н/оп	н/оп	0.8-3.5 2.15(2)
		1994	6.3	22	2.8	8.5	8.5	-	-	0.2	1.0	0.8	0.8	-	-	-	0.05	-	4	-
4	В	1982-1985	5.6-6.9 6.1(3)	22-43 34(3)	2.5-3.9 3.1(3)	-	3.7-13 7.9(3)	-	до 0.4 0.1(3)	до 1.4 0.8(3)	1.2-1.7 1.5(3)	2.8-4.4 3.5(3)	-	н/оп	н/оп	н/оп	1.33	н/оп	н/оп	н/оп
		1994	6	9	2.8	1.3	4.9	-	-	0.2	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-	-	4	-
5	В	1982	5.5-7	31-42	1.8-2.8	7.3	4.9-8.5	-	-	0.4-1.3	0.6-1.1	1.2-2	13	-	н/оп	-	до 4.1	н/оп	н/оп	н/оп
		1986	6.5(4)	35(4)	1.7(4)	1.8(4)	4.7(4)	-	-	0.9(4)	0.6(4)	1.7(4)	4.3(3)	-	-	-	-	-	-	-
		1994	6	19	2.5	5.2	8.5	-	0.2	0.5	1.5	0.8	1.3	0.2	-	-	-	-	-	0.5
6	В	1982-1985	5.6-7.2 6.4(4)	21-62 41(4)	1.4-1.8 1.7(4)	-	7.3-21 12(4)	-	н/об	1.1-3.8 1.9(4)	1.1-2.1 1.6(4)	1.6-3.8 2.6(4)	до 5 2.7(3)	0.5	н/оп	-	1.6-6.4 4(2)	н/оп	н/оп	н/оп
		1994	6.3	18	1.4	4.8	9.2	-	-	0.5	1.5	0.8	1.2	0.1	-	-	-	-	-	1.1
		1982	4.6-7	35-51	1.1-2.8	-	1.8-6.1	-	до 0.5	0.4-1.9	1.1-2.0	1.8-3.2	до 12	0.3	н/оп	-	0.5-6.9	н/оп	до 0.6	1.3
7	В	1985	5.21(5)	41(5)	1.8(5)	-	3.8(5)	-	0.1(5)	1.2(5)	1.6(5)	2.5(5)	5.6(3)	-	-	-	2.9(3)	-	0.3 (2)	-
		1994	6	18	2.1	4.8	7.9	-	0.2	0.8	1.0	0.8	0.9	0.1	-	-	-	-	-	3.2
		1983	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	0.86	н/оп	н/оп
8	В	1994	6.5-7.7	80-110	1.1-2.5	3-8.5	54-80	до 0.15	0.8-1.3	2.8-3.5	3.7-7.3	7.6-9.6	4.3-6.4	0.8-1	-	-	до 1.6	-	-	0.5-4.6
		1995	7.1(3)	98(3)	2(3)	6.3(3)	67(3)	0.05(3)	1(3)	3.1(3)	5.3(3)	8.3(3)	5.4(3)	0.9(3)	-	-	0.8(2)	-	-	2.6(2)
		1983	6.3	18	1.4	-	4.9	-	-	0.7	0.1	1.4	-	-	н/оп	-	0.56	н/оп	н/оп	н/оп
9	В	1994	6-7.5	14-25	1.4-3.2	3.9-7.7	5.5-9.8	-	до 0.5	0.4-1.3	0.2-1.7	0.8-2.4	0.7-2.2	до 0.04	-	-	до 1.8	до 0.3	-	до 4.5
		1995	6.6(3)	21(3)	2.5(3)	5.3(3)	7.7(3)	-	0.3(3)	0.9(3)	0.8(3)	1.7(3)	1.6(3)	0.1(3)	-	-	0.9(2)	0.2(2)	-	2.3(2)
		1984-1985	6.5-7 6.8(2)	35-248 141(2)	1.4-2.8 2.1(2)	-	9.2-159 84(2)	-	до 2.7 1.4(2)	2.6-4.3 23(2)	1.3-3.9 2.6(2)	2-6 4(2)	н/оп	н/оп	н/оп	н/оп	1.5-2.9 2.2(2)	н/оп	н/оп	н/оп
10	В	1995	6.5-8	177-193	1.1-2.5	-	130-143	0.3-0.6	1.8-2.9	27-33	1.5-4.9	3.2-4	2.7-9	0.7-2	-	-	до 0.8	-	-	5.7-5.9
		1995	7.2(3)	184(3)	1.5(3)	-	137(3)	0.5(3)	2.5(3)	30(3)	3.3(3)	3.5(3)	4.9(3)	1.3(3)	-	-	0.4(2)	-	-	5.8(2)
Водо-забор на р.Табьяха	В	1994-	6-7.4	23-52	3.9-5.7	1.3-8.5	13-24	-	0.3-0.4	1.9-3	1.0-3.7	1.6-4.8	0.2-3.1	до 0.4	-	-	до 3.16	-	до 2	0.7-1.1
		1995	6.5(4)	37(4)	4.9(4)	4.6(4)	8(4)	-	0.4(4)	2.4(4)	1.7(4)	3.4(4)	1.3(4)	0.1(4)	-	-	1.1(3)	-	1(2)	0.9(3)

Примечание: В - водозабор

(по данным ТюменНИИГипрогаза за 1994-1995 гг.)

Наименование объекта	Место отбо-ра	Даты отбора	Содержание, мкг/л, от-до/среднее,(кол-во проб)											
			Mo	Zn	Cu	Pb	Mn	Co	Ni	Cd	Sr	B	I	Br
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
УКПГ-1АС	В	1994	5	-	-	10	260	-	-	-	400	140	-	550
УКПГ-1	В	1982-1985	-	н/оп	<u>до 3</u> 1,5(2)	<u>15-25</u> 20(2)	н/оп	<u>24-100</u> 62(2)	-	<u>0,1-0,4</u> 0,25(2)	<u>5-10</u> 7,5(2)	<u>до 500</u> 100(5)	-	-
		1994	-	-	-	-	460	90	80	-	400	30	-	-
УКПГ-2	В	1982-1983	-	н/оп	-	<u>10-24</u> 16(3)	н/оп	<u>16-116</u> 52(3)	-	<u>0,27-0,3</u> 0,28(3)	<u>24-40</u> 33(3)	<u>до 500</u> 250(2)	<u>до 300</u> 150(2)	<u>240-600</u> 420(2)
		1994	-	200	-	-	630	-	-	-	700	120	-	-
УКПГ-3	В	1983	-	н/оп	-	<u>20-25</u> 22,5(2)	н/оп	<u>44-50</u> 47(2)	-	<u>0,1-0,37</u> 0,235(2)	<u>10</u> 10(2)	н/оп	н/оп	н/оп
		1994	3	-	-	-	80	20	-	-	-	120	-	-
УКПГ-4	В	1982-1985	-	н/оп	-	22	н/оп	80	-	-	10	-	-	<u>до 210</u> 70(3)
		1994	5	-	-	-	120	-	-	-	400	60	-	-
УКПГ-5	В	1982-1986	-	н/оп	-	26	н/оп	<u>54-64</u> 59(2)	-	<u>0,37-0,5</u> 0,435(2)	5	-	-	<u>300-1000</u> 710(3)
		1994	-	-	-	-	110	-	-	-	500	60	-	-

Продолжение таблицы П.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
УКПГ-6	В	1994	5	-	-	-	24	-	-	-	-	60	-	-
УКПГ-7	В	1982-1985	-	н/оп	<u>до 15</u> 5(3)	<u>17-26</u> 21(3)	н/оп	<u>32-100</u> 65(3)	-	<u>0,13-0,5</u> 0,29(3)	<u>12-17</u> 15(3)	-	-	-
		1994	5	-	-	-	240	-	-	-	200	80	-	-
УКПГ-8	В	1983	-	н/оп	<u>до 10</u> 3(3)	<u>12-22</u> 17(3)	н/оп	<u>18-50</u> 36(3)	-	<u>0,13-0,29</u> 0,18(3)	<u>40-48</u> 43(3)	н/оп	н/оп	н/оп
		1994	5	-	-	10	630	-	-	-	200	60	-	-
УКПГ-9	В	1983	-	н/оп	-	11	н/оп	18	-	0,13	1	н/оп	н/оп	н/оп
		1994	5	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-
УКПГ-10	В	1994	5	-	-	10	50	-	-	-	700	260	-	550
Водозабор на р. Табьяха	В	1994	<u>5</u> 5(2)	-	-	<u>до 100</u> 50(2)	<u>80</u> 80(2)	-	-	-	<u>500-800</u> 650(2)	<u>50-90</u> 70(2)	-	-

Примечания: Cr, Bi, V и Ba не обнаружены; содержания Sr, определенные в 1983 г., по-видимому, занижены.

Таблица П. 15

Результаты определения гидрохимических показателей водозаборных скважин Уренгойского газоконденсатного месторождения, выполненных в 1983 г.

Место отбора	Дата отбора	pH	Минерализация, мг/л	Содержание основных компонентов: мг/л, мг-экв/л, %-экв.												H ₄ SiO ₄ мг/л	Микрокомпоненты, мг/л										
				Cl	SO ₄	NCO ₃	CO ₃	NO ₂	K	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄	Fe ²⁺	Fe ³⁺		J	Br	B	Ba							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21							
УКПГ-1 Скв.1	7.07.83	7,16	25,11	2,13	н/об	5,49	н/об	н/об	0,60	0,80	1,09	1,00	н/об	н/об	н/об	14,00	н/об	н/об	н/об	н/об							
				0,06		0,09			0,01	0,03	0,09																
				40,00		60,00			5,56	16,67	50,00	27,78															
УКПГ-1 Скв.3	7.07.83	6,00	21,56	1,77	н/об	6,10	н/об	н/об	0,60	0,80	1,09	1,20	н/об	н/об	н/об	10,00	н/об	н/об	н/об	н/об							
				0,05		0,10			0,01	0,03	0,09	0,06															
				33,33		66,67			5,26	15,79	47,37	31,58															
УКПГ-2 Скв.1	13.07.83	6,90	86,35	1,42	н/об	19,53	н/об	н/об	0,70	3,50	2,19	3,81	0,40	24,00	0,80	29,90	0,20	н/об	н/об	н/об							
				0,04		0,32			0,02	0,16	0,18	0,19	0,02	0,86	0,04												
				11,11		88,89			1,36	10,88	12,24	12,93	1,36	58,60	27,2												
УКПГ-1 Скв.2	13.07.83	6,70	111,30	1,42	н/об	36,00	н/об	н/об	1,00	4,50	2,07	5,41	0,40	30,00	1,00	29,50	0,25	0,24	н/об	н/об							
				0,04		0,59			0,02	0,20	0,17	0,27	0,02	1,07	0,05												
				6,35		93,65			1,11	11,11	9,44	15,00	1,11	59,44	2,78												
УКПГ-2 Скв.3	13.07.83	6,60	101,19	1,42	н/об	33,56	н/об	н/об	0,90	3,90	2,80	5,21	0,40	18,00	5,10	29,90	0,25	Сл.	н/об	н/об							
				0,04		0,55			0,02	0,17	0,23	0,26	0,02	0,64	0,27												
				6,78		93,22			1,24	10,56	14,29	16,15	1,24	39,75	16,77												
УКПГ-2 Скв.3	16.12.83	7,03	64,82	1,77	н/об	27,46	н/об	н/об	0,60	2,90	2,68	4,41	н/об	н/об	н/об	25,00	0,19	0,48	н/об	н/об							
				0,05		0,45			0,02	0,13	0,22	0,22															
				10,00		90,00			3,39	22,03	37,29																

Продолжение табл. II.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
УКПГ- 3 Скв.2	15.07.83	6,35	30,18	1,42	н/об	6,71	н/об	н/об	0,40	1,40	1,95	1,20	н/об	н/об	0,40	16,70	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,11			0,01	0,06	0,16	0,06			0,02							
				26,67		73,33			3,23	19,35	51,61	19,35			6,45							
УКПГ- 3 Скв.1	15.07.83	5,80	27,21	1,42	н/об	4,88	н/об	н/об	0,40	1,40	2,31	1,00	н/об	н/об	н/об	15,80	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,08			0,01	0,06	0,19	0,05										
				33,33		66,67			3,23	19,35	61,29	16,13										
УКПГ- 3 Скв.1	13.12.83	6,03	28,05	1,77	н/об	5,49	н/об	н/оп	0,30	1,10	1,09	2,20	н/об	н/об	н/об	16,10	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,05		0,09			0,01	0,05	0,09	0,11										
				35,71		64,29			3,85	19,23	34,62	42,31										
УКПГ- 4 Скв.1	18.07.83	6,15	41,83	1,42	н/об	9,76	н/об	н/об	0,40	1,40	0,24	3,01	н/об	н/об	н/об	25,60	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,16			0,01	0,06	0,02	0,15										
				20,00		80,00			4,17	25,00	8,33	62,50										
УКПГ- 4 Скв.2	18.07.83	6,53	59,40	1,42	н/об	18,31	н/об	н/об	0,65	1,90	1,22	2,00	0,20	6,00	н/об	27,70	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,30			0,02	0,08	0,10	0,10	0,01	0,21								
				11,76		88,24			3,85	15,38	19,23	19,23	1,92	40,38								
УКПГ- 6 Скв.2	20.07.83	6,90	60,72	1,77	н/об	19,53	н/об	н/об	0,95	4,05	2,31	2,81	0,40	3,00	0,60	25,30	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,05		0,32			0,02	0,17	0,19	0,14	0,02	0,11	0,30							
				13,51		86,49			2,94	25,00	27,94	20,59	2,94	16,17	4,41							
УКПГ- 6 Скв.1	20.07.83	7,15	61,65	1,77	н/об	20,75	н/об	н/об	0,95	3,80	2,07	3,01	0,50	2,00	1,20	25,60	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,55		0,34			0,02	0,16	0,17	0,15	0,03	0,07	0,06							
				12,82		97,18			3,03	24,24	25,76	22,73	4,55	10,61	9,09							
УКПГ- 5 Скв.4	19.07.83	6,25	39,52	1,42	н/об	7,93	н/об	н/об	0,50	1,40	2,07	1,00	н/об	2,00	н/об	23,20	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,13			0,01	0,06	0,17	0,05		0,07								
				23,53		76,47			2,78	16,67	47,22	13,89		19,44								

Продолжение табл. П.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
УКПГ-7 Скв.1	21.07.83	6,31	41,94	1,42	н/об	4,25	н/об	н/об	0,65	2,90	1,82	2,20	0,40	3,00	0,80	24,50	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,12			0,01	0,13	0,15	0,11	0,02	0,11	0,04							
				25,00		75,00			1,75	22,81	26,32	19,30	3,51	19,30	7,02							
УКПГ-7 Скв.3	21.07.83	5,10	43,37	1,42	н/об	6,10	н/об	н/об	0,50	1,90	1,58	1,80	0,30	4,47	0,30	25,00	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,10			0,01	0,08	0,13	0,09	0,01	0,16	0,01							
				28,57		71,43			2,04	16,33	26,53	18,37	2,04	32,65	2,04							
УКПГ-7 Скв.1	16.12.83	6,74	49,70	1,77	н/об	12,81	н/об	н/об	0,50	2,90	2,31	3,41	н/об	н/об	н/об	26,00	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,55		0,21			0,01	0,13	0,19	0,17										
				19,23		80,70			2,00	26,00	38,00	34,00										
УКПГ-8	26.07.83	7,72	161,87	1,42	н/об	89,70	н/об	н/об	2,40	18,25	6,08	9,42	1,50	н/об	1,50	31,60	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		1,47			0,06	0,79	0,50	0,47	0,08	0,08								
				2,65		97,36			3,03	39,90	25,25	23,74	0,04	4,04								
УКПГ-8 Скв.3	14.12.83	7,35	106,00	1,42	н/об	51,87	н/об	н/об	1,50	5,60	5,59	10,02	н/об	н/об	н/об	30,00	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,85			0,04	0,24	0,46	0,50										
				4,49		95,51			3,23	19,35	31,10	40,32										
УКПГ-9 Скв.1	01.08.83	6,72	16,02	2,13	н/об	3,05	н/об	н/об	0,25	1,15	1,34	0,80	н/об	н/об	0,50	6,80	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,06		0,05			0,01	0,05	0,11	0,04		0,03								
				54,55		45,45			4,17	20,83	45,83	16,67		12,50								
УКПГ-9 Скв.2	14.12.83	6,25	17,82	1,42	н/об	4,88	н/об	н/об	сл.	0,70	0,12	1,40	н/об	н/об	н/об	9,30	н/об	н/об	н/об	н/об		
				0,04		0,08			0,03	0,01	0,07											
				33,33		66,67			27,27	9,09	63,64											

Примечание: н/об – не обнаружено

Таблица П.16

Содержание микрокомпонентов в подземных водах Уренгойского месторождения

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Содержание микроэлементов, мг/л									
		Ni	Co	Cu	Cr	Cd	Mo	Bi	V	Pb	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
УКПГ-1, скв.1	7.07.83	отс.	0,10	0,003	отс.	0,0001	отс.	отс.		0,025	0,010
УКПГ-1, скв.1	17.10.83	отс.	0,024	отс.	отс.	0,0004	отс.	отс.	отс.	0,015	0,005
УКПГ-2, скв.1	13.07.83	отс.	0,024	отс.	отс.	0,0003	отс.	отс.	отс.	0,014	0,024
УКПГ-2, скв.2	13.07.83	отс.	0,116	отс.	отс.	0,00027	отс.	отс.	отс.	0,024	0,040
УКПГ-2, скв.2	17.10.83	отс.	0,016	отс.	отс.	0,00027	отс.	отс.	отс.	0,01	0,036
УКПГ-3, скв.2	15.07.83	отс.	0,05	отс.	отс.	0,0001	отс.	отс.		0,025	0,010
УКПГ-3, скв.2	18.10.83	отс.	0,044	отс.	отс.	0,00037	отс.	отс.		0,020	0,010
УКПГ-4, скв.1	18.07.83	отс.	0,08	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	0,022	0,010
УКПГ-5, скв.2	18.10.83	отс.	0,054	отс.	отс.	0,0005	отс.	отс.		0,026	0,005
УКПГ-5, скв.4	19.07.83	отс.	0,064	отс.	отс.	0,00037	отс.	отс.		0,026	0,005
УКПГ-6, скв.2	20.07.83	отс.	0,044	отс.	отс.	0,00035	отс.	отс.	отс.	0,03	0,015
УКПГ-6, скв.3	10.83	отс.	0,054	0,005	отс.	0,00038	отс.	отс.		0,025	0,020
УКПГ-7, скв.1	21.07.83	отс.	0,064	отс.	отс.	0,0005	отс.	отс.		0,026	0,012
УКПГ-7, скв.3	21.07.83	отс.	0,10	0,015	отс.	0,00025	отс.	отс.		0,020	0,017
УКПГ-7, скв.3	15.10.83	отс.	0,032	отс.	отс.	0,00013	отс.	отс.	отс.	0,017	0,016
УКПГ-8, скв.2	15.10.83	отс.	0,040	отс.	отс.	0,00029	отс.	отс.	отс.	0,017	0,042
УКПГ-8, скв.3	26.07.83	отс.	0,05	0,01	отс.	0,00013	отс.	отс.	отс.	0,022	0,048
УКПГ-8, скв.3	15.10.83	отс.	0,018	отс.	отс.	0,00013	отс.	отс.	отс.	0,012	0,040
УКПГ-9, скв.1	01.08.83	отс.	0,018	отс.	отс.	0,00013	отс.	отс.	отс.	0,011	0,001

Табл. П. 17

Таблица статистических показателей состава подземных вод
Уренгойского месторождения (1982-1995).

	макроэлементы, мг/ум ³														
	pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	K	Na	Mg	Ca	Fe _{общ}	NH ₄	NO ₃	НП	метанол	фенолы	окисл.
n	60	60	41	60	45	60	60	60	52	39	3	51	6	11	43
X ср.	6,58	3,128	5,905	31,495	0,8533	5,11	2,1325	3,508	4,96077	0,69769	2,33333	1,4727	2,91667	1,7727	4,6897 7
CKO	0,7	2,428	7,157	42,052	0,8532	9,4429	1,4922	3,346	6,37031	0,8158	0,92376	1,504	3,86648	1,2744	8,9800 4
95%	0,006	0,02	0,07	0,3404	0,008	0,0765	0,0121	0,027	0,05539	0,00819	0,04096	0,0132	0,09898	0,0241	0,0858 7
V	0,106	0,776	1,212	0,7009	0,9999	1,8461	0,6997	0,954	1,27898	1,16928	0,3959	1,0212	1,32565	0,7189	1,9148 1
M	6,5	2,5	4,8	10,5	0,4	1,6	1,7	2,8	2,75	0,4	1,8	1,1	1,2	2	2,03

	Микроэлементы, мкг/дм ³									
	Zn	Cu	Pb	Mn	Co	Cd	Sr	B	I	Br
n	4	6	20	23	16	10	31	28	1	6
x ср.	350	22,2	22,2	221,913	62,938	0,272	401,516	92,5	150	481,667
CKO	369,685	43,5152	13,301	194,905	30,26	0,13975	567,919	57,711	-	311,218
95%	11,5908	1,2203	0,1865	2,54841	0,4744	0,00277	6,39612	0,6839	-	7,96709
V	1,05624	1,96015	0,5991	0,87829	0,5716	0,51377	1,41444	0,6239	-	0,64613
M	200	3	20	120	51	0,285	300	80	-	485

Приложение 5

Химический состав подземных вод сеноманских
отложений Уренгойского вала и Ен-Яхинского поднятия.
К разделу 3.6 Подмерзлотные воды.

Таблица П.18 Химический состав подмерзлотных вод сеноманских отложений
Уренгойского вала и Ен-Яхинского поднятия.

Таблица П.18

Химические анализы подземных вод сеноманских отложений
Уренгойского вала и Ен-Яхинского поднятия

№№ скв.	Интервал перфор., м	Глубина отбора, м	Плотность при 20°C, г/см ³	Содержание ионов: мг/л, мг-экв/л, %-экв											Общ. минерализация, мг/л, мг-экв/л
				K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	Br	I	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	B ³⁺	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Уренгойский вал															
8	1270-1275	-	1,0007	30,00 0,77 0,28	5872,59 255,33 94,49	175,86 8,78 3,25	64,93 5,34 1,98	9408,25 265,32 98,19	46,67	6,35	4,94 0,10 0,04	292,80 4,80 1,77	-	-	15930,87 540,44
11	1300-1379	на устье	1,0124	33,00 0,84 0,28	6413,78 278,86 93,37	251,37 12,54 4,20	78,16 6,43 2,15	10406,00 293,46 98,26	43,79	15,94	14,81 0,31 0,10	298,90 4,90 1,64	25,61	10,24	17591,60 597,34
14	Открытый ствол 1326				5684,0 247,1 93,57	237,00 11,84 4,48	62,00 5,14 1,95	9205,00 259,61 97,94	40,35	16,22	23,00 0,47 0,18	305,00 5,00 1,88	9,1	-	15591,67 529,16
15	1339-1425	на устье	-		5662,0 246,08 93,44	233,00 11,64 4,42	68,00 5,63 2,14	9135,00 257,63 97,83	41,42	14,51	25,00 0,52 0,20	817,00 5,20 1,97	8,8	-	15996,73 126,70
31	1312-1332	- " -	1,0110	30,00 0,77 0,28	5750,00 250,00 91,89	295,00 14,70 5,40	80,00 6,60 2,43	9503,00 268,00 98,38	42,0	18,0	0,0	268,00 4,4 1,62	6,0	-	15926,00 544,47
31-Н	1334-1364	1360	1,128	23,67 0,61 0,20	6558,91 285,17 94,45	208,69 10,41 3,45	69,9 5,75 1,90	10664,10 300,74 99,60	49,55	16,92	следы	73,2 1,20 0,40	8,46	5,32	17678,73 603,88
39	1224-1230	на устье	1,0127	26,25 0,65 0,21	6575,01 285,87 94,25	210,04 10,48 3,46	76,71 6,31 2,08	105,76,64 298,27 98,34	48,59	16,67	11,52 0,24 0,08	292,80 4,80 1,58	17,09	11,54	17862,86 606,62

Продолжение таблицы П.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
49	1314- 1348	- " -	1,0110	5935,0 258,03 92,46		280,00 14,00 5,02	96,00 7,05 2,52	9787,00 274,58 98,74	43,60	17,80	-	213,50 3,50 1,26	40,0	-	16442,90 558,16
54	1233- 1238	- " -	1,0120	35,00 0,90 0,33	5612,00 244,00 88,02	501,00 25,00 9,02	89,00 7,30 2,63	9645,00 272,00 98,05	42,30	17,80	0,0	329,0 5,40 1,95	20,00	-	16211,00 554,60
120	1268- 1276	1200	1,0135	24,20 0,62 0,20	6668,85 289,95 94,42	206,96 10,33 3,36	75,22 6,19 2,02	10707,03 301,95 98,32	45,32	15,40	6,58 0,14 0,05	305,00 5,00 1,63	24,94	4,33	18083,83 614,18
123	1264- 1268	на устье	1,0120	6518,00 282,84 95,41		178,00 8,90 3,00	57,00 4,70 1,59	10354,00 292,00 99,17	55,08	-	21,00 0,44 0,15	122,00 2,00 0,68	13,50	9,47	17388,05 592,88
127	1260- 1263	- " -	1,0120	64481,00 281,80 93,62		253,00 12,60 4,19	80,00 6,60 2,19	10496,00 296,00 98,27	51,07	18,19	-	317,00 5,20 1,73	12,00	8,53	17716,79 602,20
150	1260- 1270	1230	1,0140	30,00 0,76 0,24	6749,12 293,44 92,73	298,30 14,89 4,70	89,55 7,36 2,33	11022,97 31086,00 98,23	42,08	15,40	42,80 0,89 0,28	286,70 4,70 1,49	24,68	10,82	18618,47 632,90
150	- " -	115	1,0145	48,57 1,24 0,37	6693,46 291,02 88,20	619,34 30,91 9,36	82,58 6,79 2,07	11657,09 328,74 99,78	50,50	15,60	6,58 0,14 0,04	36,60 0,60 0,18	21,22	10,70	19256,64 659,92
150	- " -	165	1,0154	63,34 1,62 0,49	6518,66 283,42 86,49	669,15 33,39 10,	111,52 9,28 2,83	11570,,20 236,29 99,57	49,88	16,92	10,70 0,22 0,07	73,20 1,20 0,36	-	-	19082,57 655,42
150	- " -	1230	1,040	43,00 1,10 0,33	6759,0 293,87 88,58	603,00 30,09 9,07	81,03 6,69 2,02	11791,5 332,53 98,22	61,5 0,77 0,23	20,3 0,16 0,05	6,00 0,12 0,04	97,6 1,60 0,47	30,00 1,66 0,49	18,38 1,70 0,50	19572,25 672,10
170	1268- 1276	1150	-	54,60 1,40 0,45	6276,01 272,87 88,33	534,66 26,68 8,64	96,79 7,96 2,58	10803,36 304,32 98,96	44,00	16,30	1,82 0,03 0,01	192,76 3,16 1,03	-	-	18020,50 616,42

Продолжение таблицы П.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
178	1244-1247	на устье	1,0120	6564,00 285,40 92,42	321,00 16,00 5,18	90,00 7,40 2,40	10780,00 304,00 98,45	51,60	18,19	-	293,00 4,80 1,55	12,00	8,53	18038,32 617,60	
180	1262-1267	1230	1,0142	47,36 1,21 0,38	6394,23 278,01 87,65	636,80 31,78 10,02	75,22 6,19 1,95	11163,39 314,82 99,25	48,55	15,40	8,23 0,17 0,05	134,20 2,20 0,70	24,16	8,66	18556,20 634,38
180	- " -	1230	1,0145	48,89 1,25 0,41	6556,15 285,05 92,38	297,40 14,84 4,81	92,22 7,42 2,40	10803,50 304,67 98,74	53,20	16,92	8,23 0,17 0,06	226,92 3,72 1,20	-	-	18103,43 617,12
805	1397-1416	600	1,007	67,8 1,73 0,65	5685,1 247,18 92,67	224,4 11,20 4,20	77,8 6,40 2,40	9310,7 262,57 98,44	40,0 0,50 0,19	16,9 0,13 0,05	54,3 1,13 0,42	146,4 2,40 0,90	4,00 0,22 0,08	6,85	15627,40 533,46
804	1296-1316		1,013	5456,4 227,35 69,88	361,92 48,00 14,75	608 50,00 15,37	11502 324,00 99,59				7,05 0,15 0,05	73,2 1,20 0,36			18608,57 650,7
286	1257-1264		1,011	6071 263,97 95,19	167 8,33 3,00	102 5,00 1,80	9702 273,3 98,56				не обл.	211 3,46 1,25	16* 0,54 0,19		16269 554,06
200	1334-1364		1,011	6113,52 254,73 83,05	801,6 40,0 3,04	145,92 12,0 3,91	10721 302 98,46				8,16 0,11 0,05	278,16 4,56 1,49			18086,36 613,4
- " -	- " -		- " -	6135,84 255,66 82,03	881,76 44 14,12	145,92 12 3,85	10863 306 98,18				8,05 0,18 0,06	334,28 5,48 1,76			18369,45 623,32
- " -	- " -		1,042	6744,48 281,02 89,10	633,26 31,6 10,02	34,05 2,8 0,88	11005 310 98,20				16,33 0,34 0,10	309,88 5,08 1,70			18748,8 630,84
201	1384-1413	1398,5	1,011	5103,6 212,85 5,00	240,48 12,00 7,00	218,88 18,00 88,00	9585 270 99,20	45,11 0,56 0,21	4,62 0,04 0,01	4,32 0,09 0,03	92,72 1,52 0,55				15325,93 514,86
202	1505-1552	1528	1,015	6286,0 251,44 70,00	1102,2 55,00 16,00	595,84 49,00 14,00	12425 350,00 98,00				0,96 0,02 -	331,84 5,44 2,00			20741,84 710,9

Продолжение таблицы П.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
- " -		1540	- " -	4730,0		1102,02	1155,2	11963,5				134,2			19085,1
				189,20		55,00	95,00	337,00				2,20			678,4
				56,00		16,00	28,00	99,00				1,00			
- " -			1,012	68,0	6875,62	207,84	64,38	11163,86	56,53	15,65	6,58	82,96			18550,32
				1,73	298,94	10,27	5,29	314,83	0,71	0,12	0,14	1,36			633,49
				0,55	94,50	3,28	1,67	99,27	0,22	0,04	0,04	0,43			
47-Н	1315-1346		1,010	6485,52		440,88	231,04	10898,5			11,05	244			18310,99
				270,23		22,00	19,00	307,00			0,23	4,00			622,46
				86,83		7,07	6,10	98,64			0,07	1,29			
52-Н	1450-1480		1,000	5542,08		240,48	68,10	8662			11,53	261,08			14785,27
				232,52		10,4	5,60	244			0,24	4,28			497,04
				93,56		4,19	2,25	98,18			0,10	1,72			
52-В	- " -		- " -	5273,52		272,54	34,05	8236			15,85	231,8			14063,76
				219,73		13,6	2,80	232			0,33	3,8			472,26
				93,05		5,76	1,19	98,25			0,14	1,61			
Ен-Яхинское поднятие															
64	1244-1250	с устья	1,012	35,0	6485,0	318,0	103,00	10709,0	47,6	19,5	не обн	268,0	20,00		17919,0
				0,9	282,0	15,9	8,50	302,0	0,60	0,15		4,4	1,11		615,56
				0,29	91,43	5,16	2,76	98,32	0,20	0,05		1,43	0,36		
72	1201-1320	1194	1,010	32,5	5373,95	228,33	77,52	8787,13	41,84	11,2	21,4	244,0	15,49	10,24	14863,6
				0,83	233,65	11,39	6,38	247,8	0,52	0,09	0,45	4,0	0,86		505,97
				0,33	92,31	4,50	2,52	98,0	0,20	0,04	0,18	1,58	0,34		
37-Н	1344-1366			5950,73		1110,2	321,40	11647,0	57,91	1,81	0,24	301,6			19396,84
				251,56		55,4	26,43	328,45	0,72	0,01	0,01	4,94			657,52
				75,46		16,62	7,92	98,30	0,22	-	-	1,48			
103	1275-1288		1,009	6291,36		521,04	218,88	10721,0			6,72	244,0			18063,09
				262,14		26,0	18,00	302,0			0,14	4,0			612,46
				85,63		8,49	5,88	98,65			0,05	1,3			
41-Н	1320-1340	с устья при откачке	1,005	6045,6		1783,56	60,8	12212,0			10,57	102,48			20266,17
				251,9		89,00	5,0	344,0			0,22	1,68			691,80
				72,82		25,73	1,45	99,45			0,06	0,49			

Приложение 6
Рисунки к разделу 3.3. Надмермерзлотные воды.

Рис. П.1 Аэрофотосхема площадки разведочной скважины Р-743.

Рис. П.2 Аэрофотосхема площадки куста 170.

Рис. П.3 Аэрофотосхема площадки куста 115.

Рис. П.4 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и природных почвенно-болотных вод в зависимости от расстояния до шламонакопителя, куст 743.

Рис. П.5 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и природных почвенно-болотных вод в зависимости от шламонакопителя.

Рис. П.6 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и природных почвенно-болотных вод от расстояния до шламонакопителя.

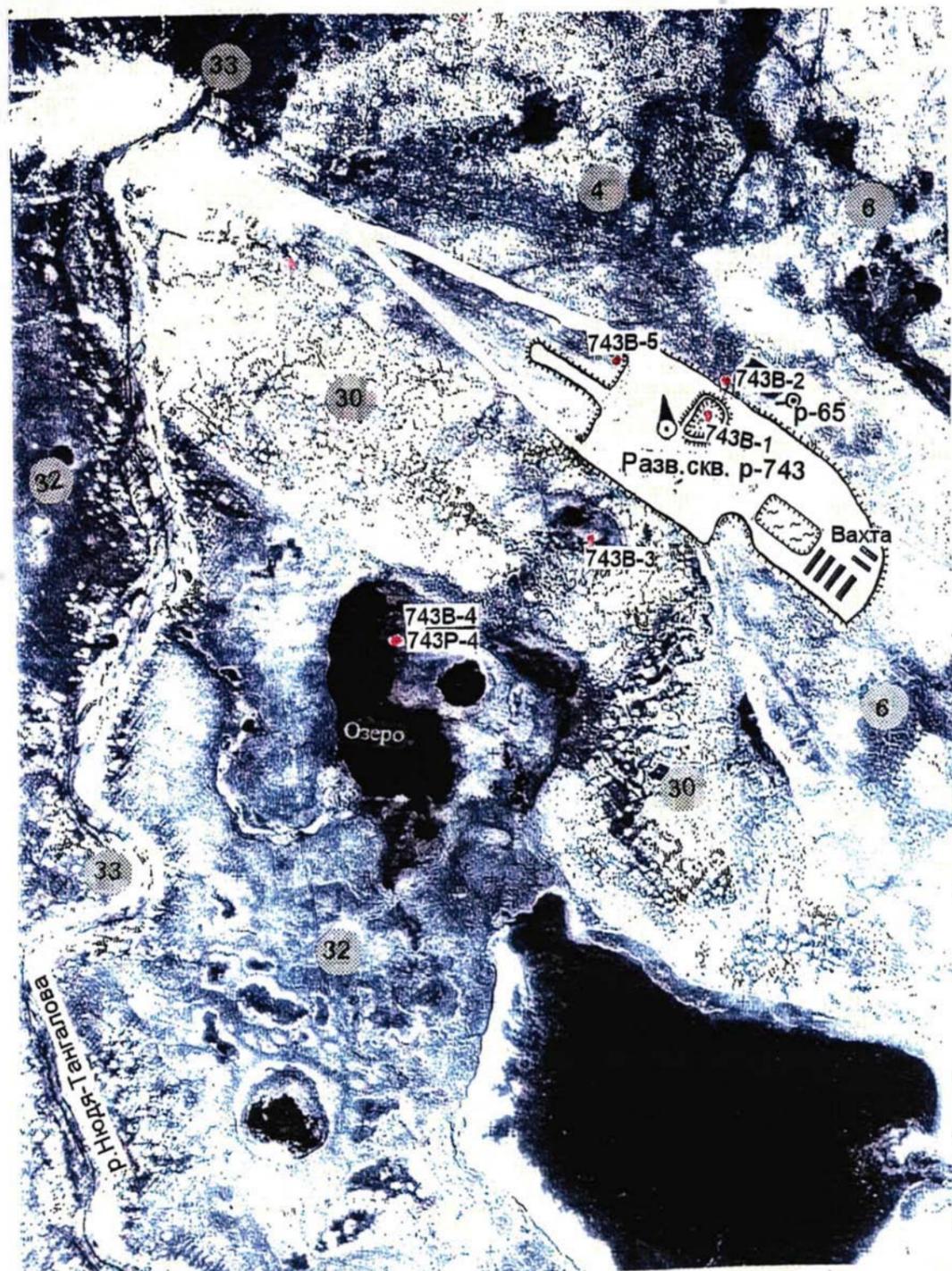


Рис. П.1 Аэрофотосхема площадки разведочной скважины Р-743
и прилегающей территории с точками геохимического опробования
(Уренгойское НГКМ)
М 1:5000

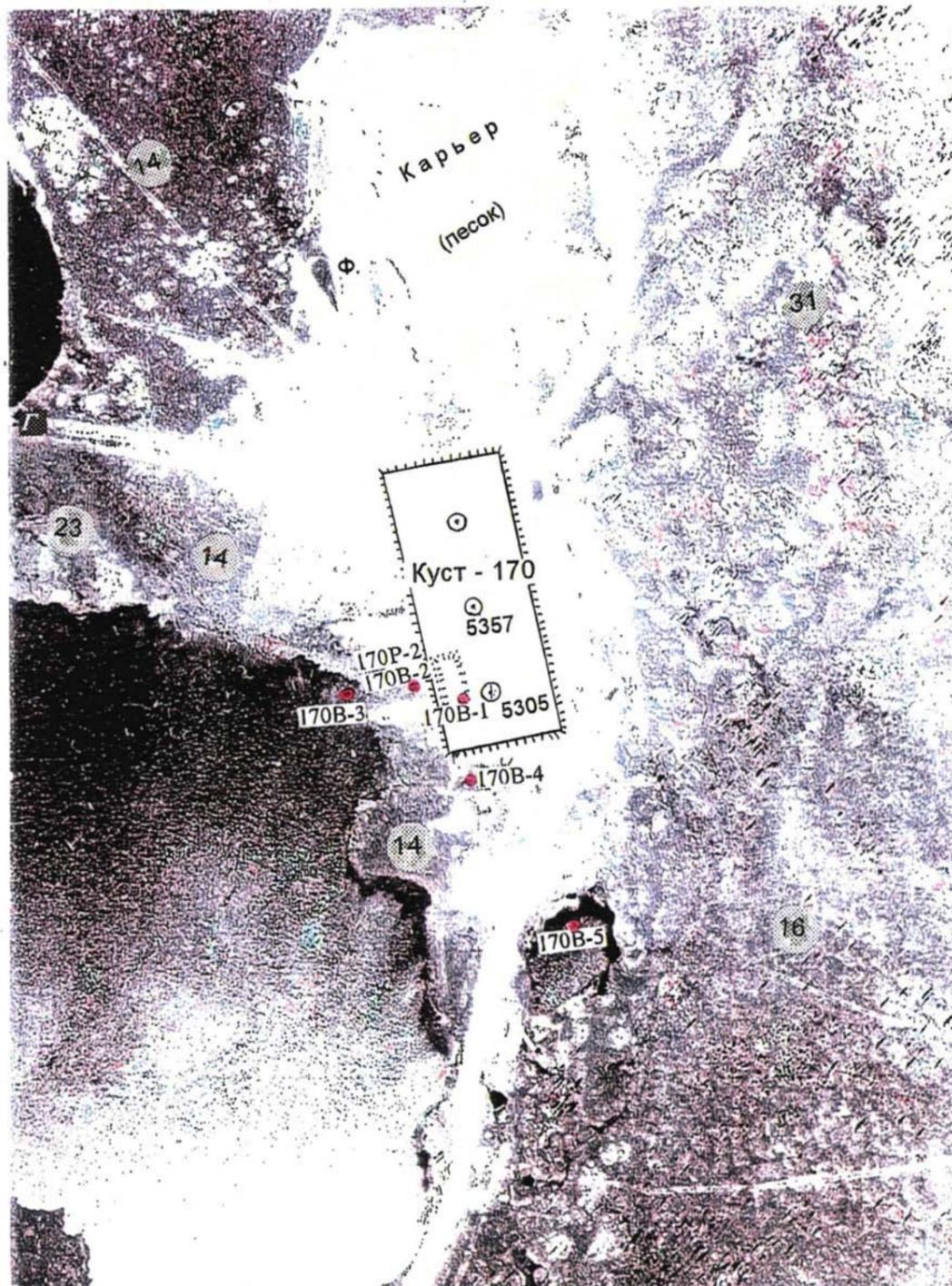


Рис. П.2 Аэрофотосхема площадки куста 170 и прилегающей территории
с точками геохимического опробования
(Уренгойское НГКМ)
М 1:5000

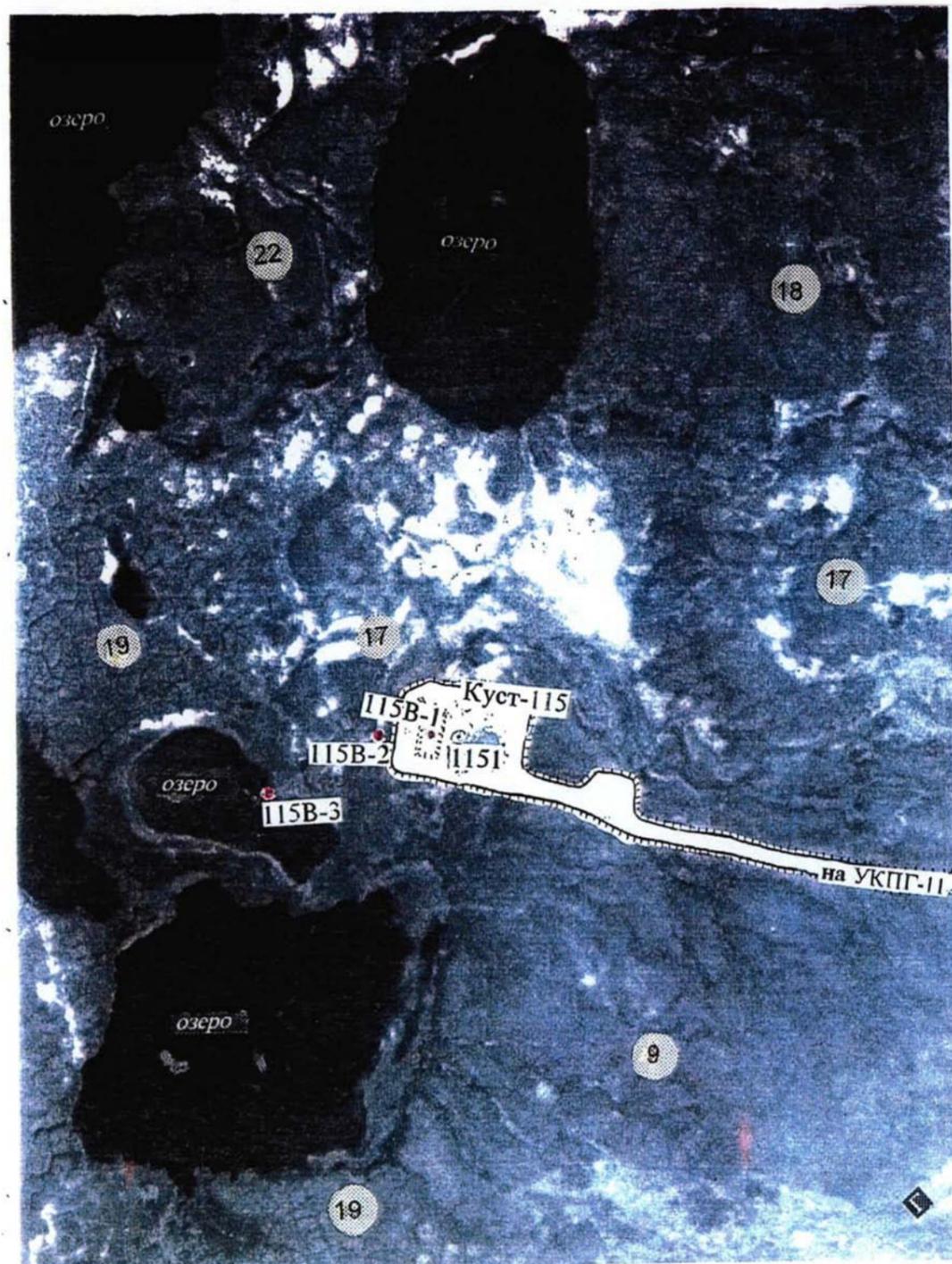
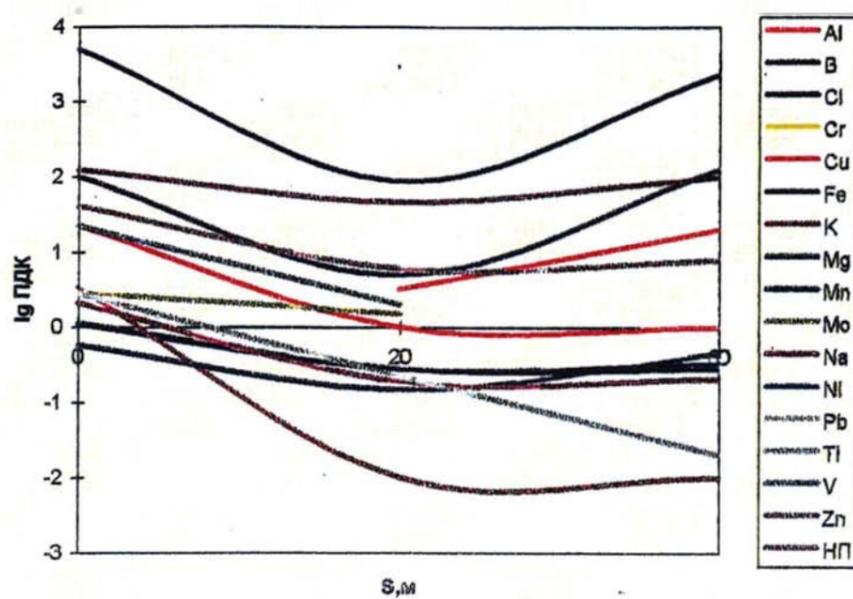
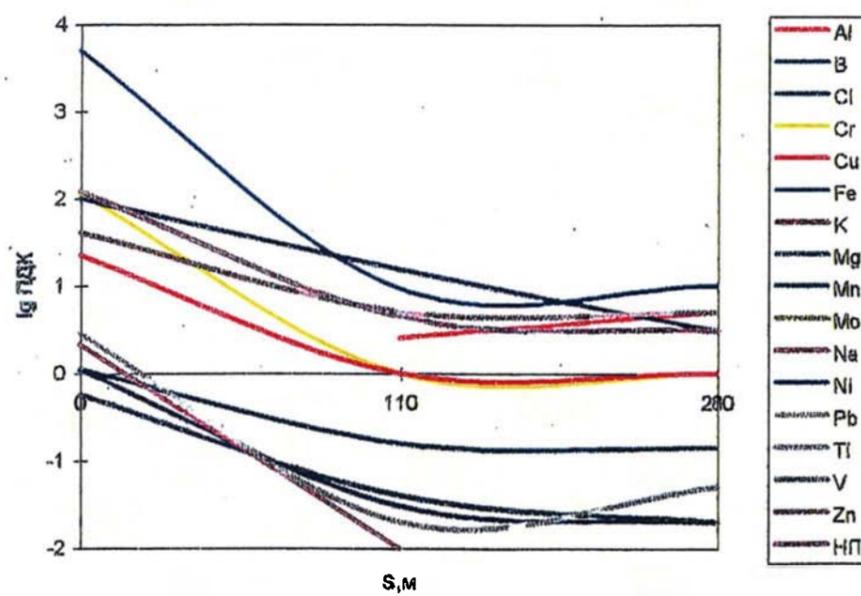


Рис. П.3 Аэрофотосхема площадки куста 115 и прилегающей территории
с точками геохимического опробования
(Уренгойское НГКМ)
М 1:5000

Профиль 1-2-5



Профиль 1-3-4



с. П.4 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и почвенно-болотных вод в зависимости от расстояния до шламонакопителя. Уренгойское НГКМ, куст 743

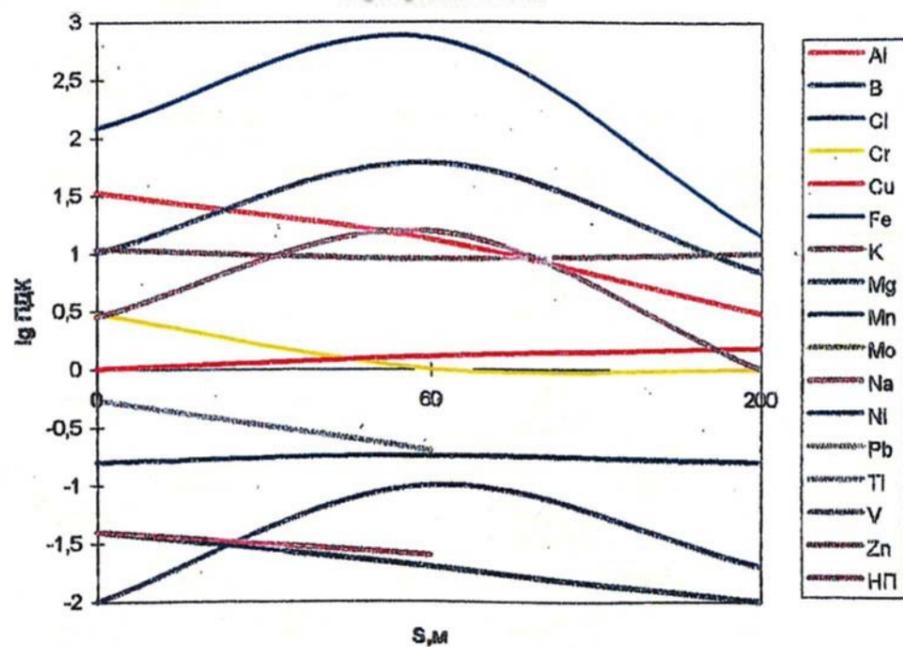
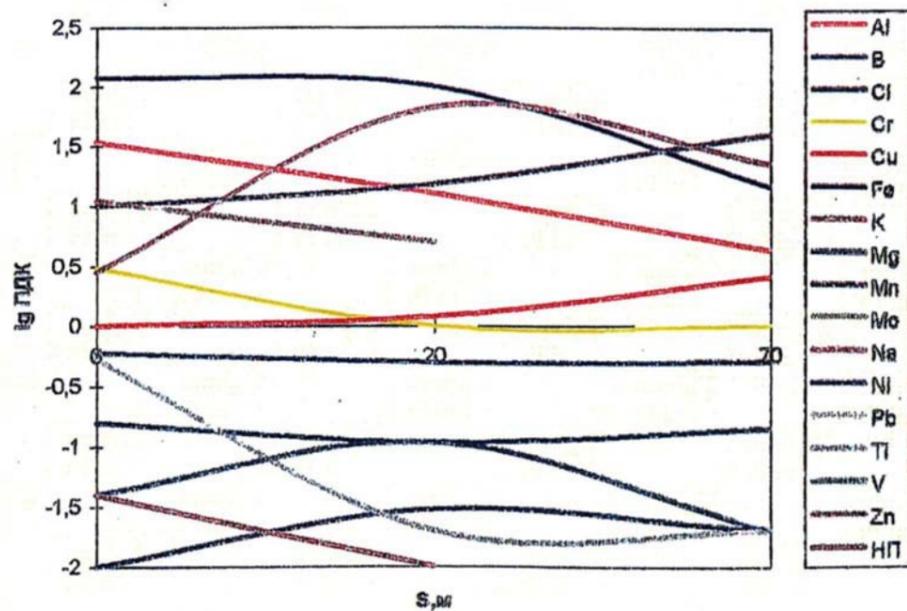


Рис. П.5 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и природных почвенно-болотных вод в зависимости от расстояния до шламонакопителя.

Уренгойское НГКМ, куст 170.

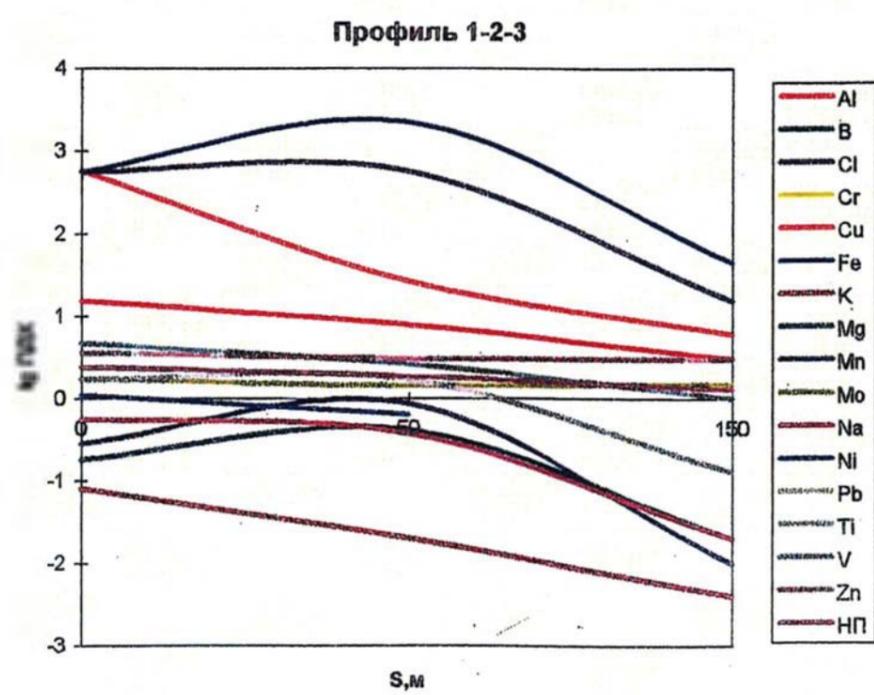


Рис. П.6 Изменение содержания химических компонентов буровых сточных и природных почвенно-болотных вод в зависимости от расстояния до шламонакопителя.

Уренгойское НГКМ, куст 115.

Приложение 7

Рисунки к разделу 3.4 «Поверхностные воды»

- Рис. П. 7. Содержание иона HCO_3 в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 8. Содержание иона Cl в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 9. Содержание иона SO_4 в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 10. Содержание иона Ca в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 11. Содержание иона Mg в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 12. Содержание иона Na в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 13. Содержание иона $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.
- Рис. П. 14. Содержание pH в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз.

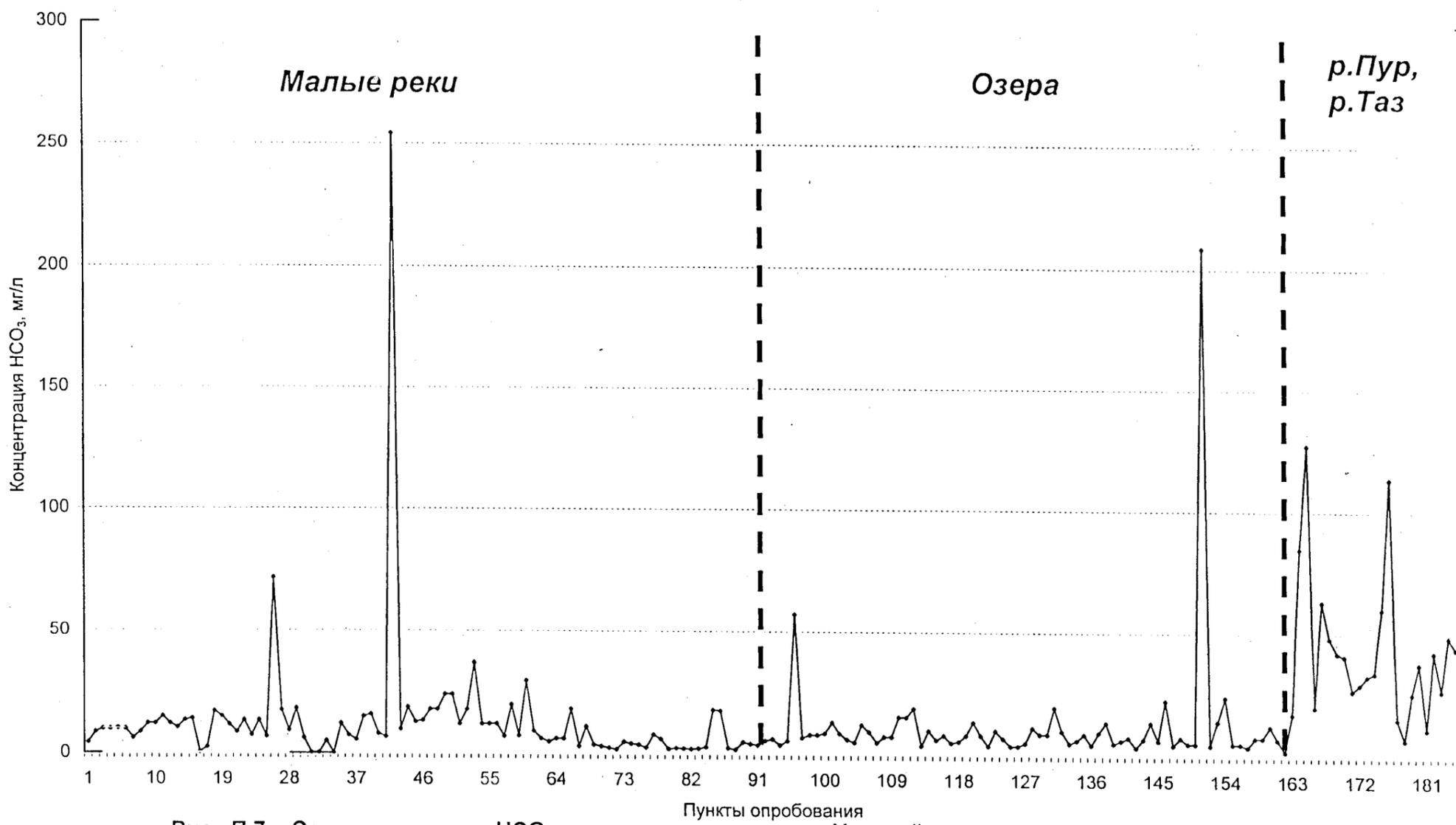


Рис. П.7. Содержание иона HCO_3^- в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

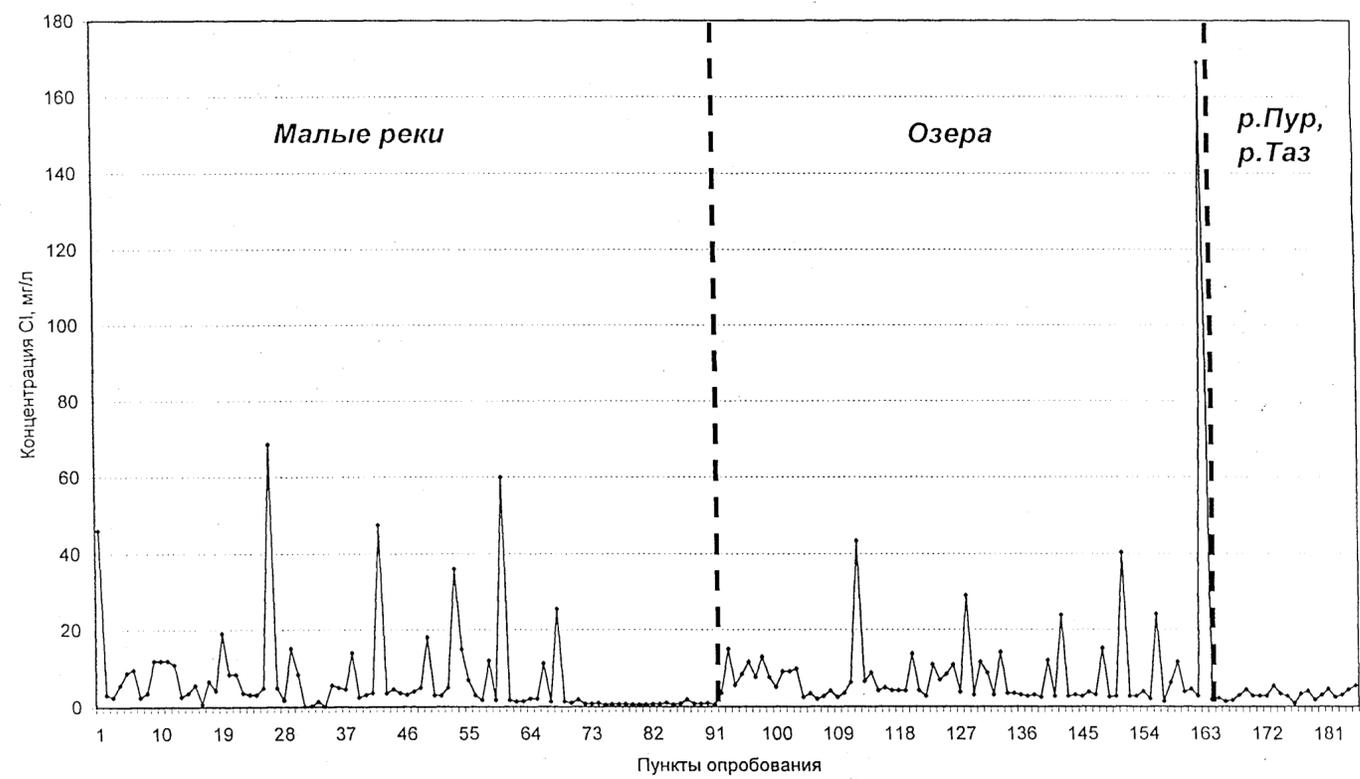


Рис. П.8. Содержание иона Cl в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

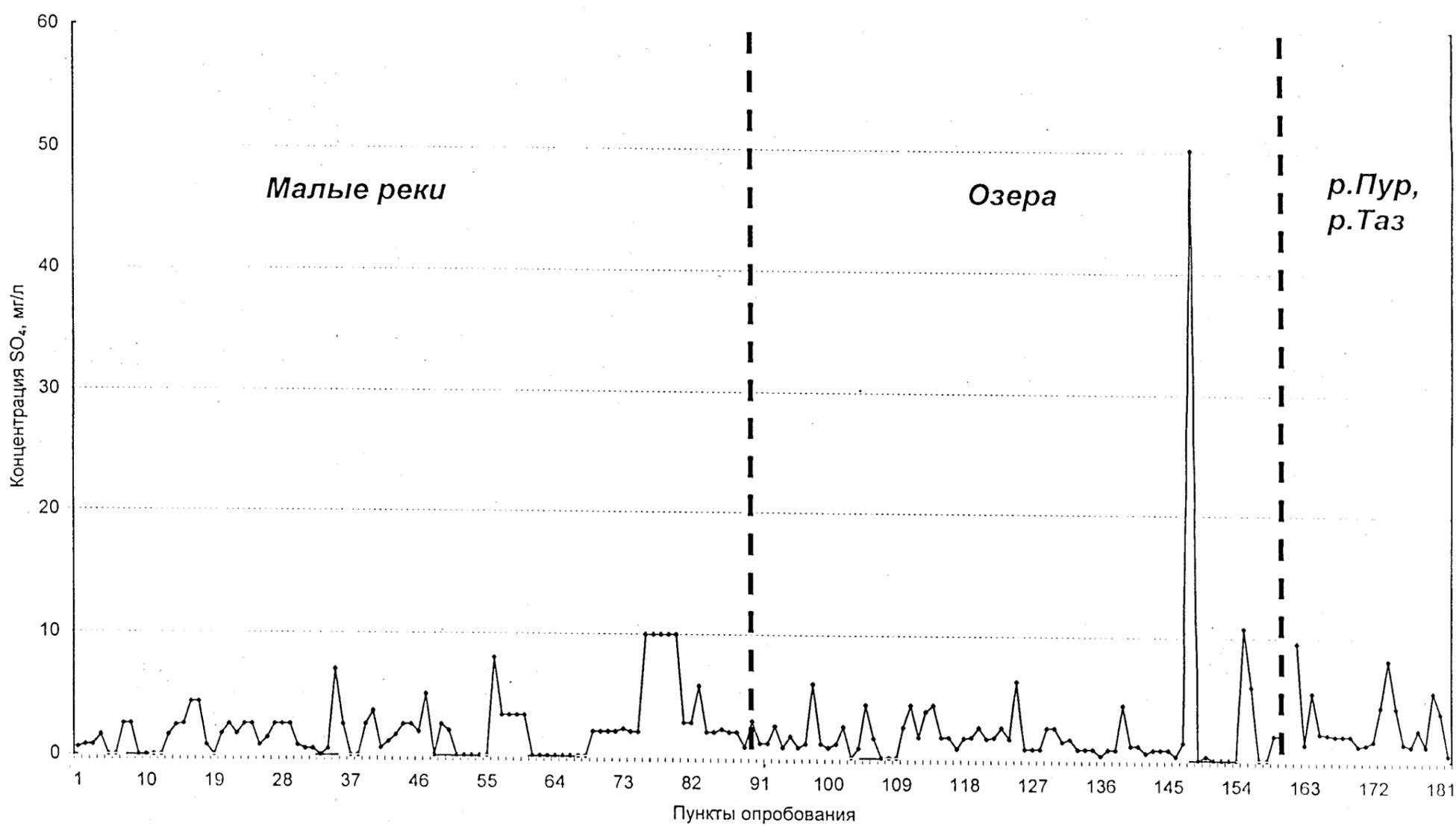


Рис. П.9 Содержание иона SO_4 в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

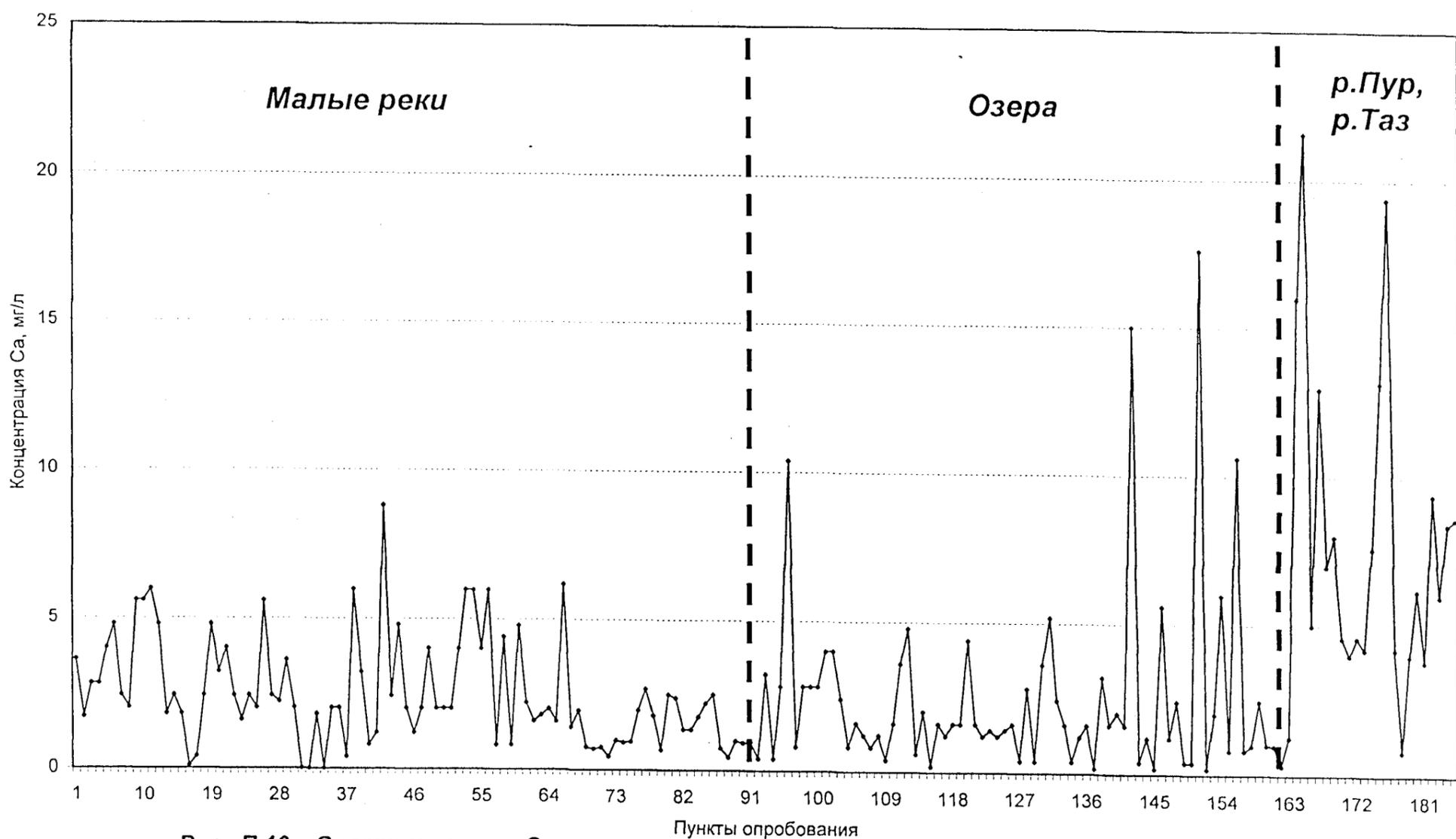


Рис. П.10. Содержание иона Са в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

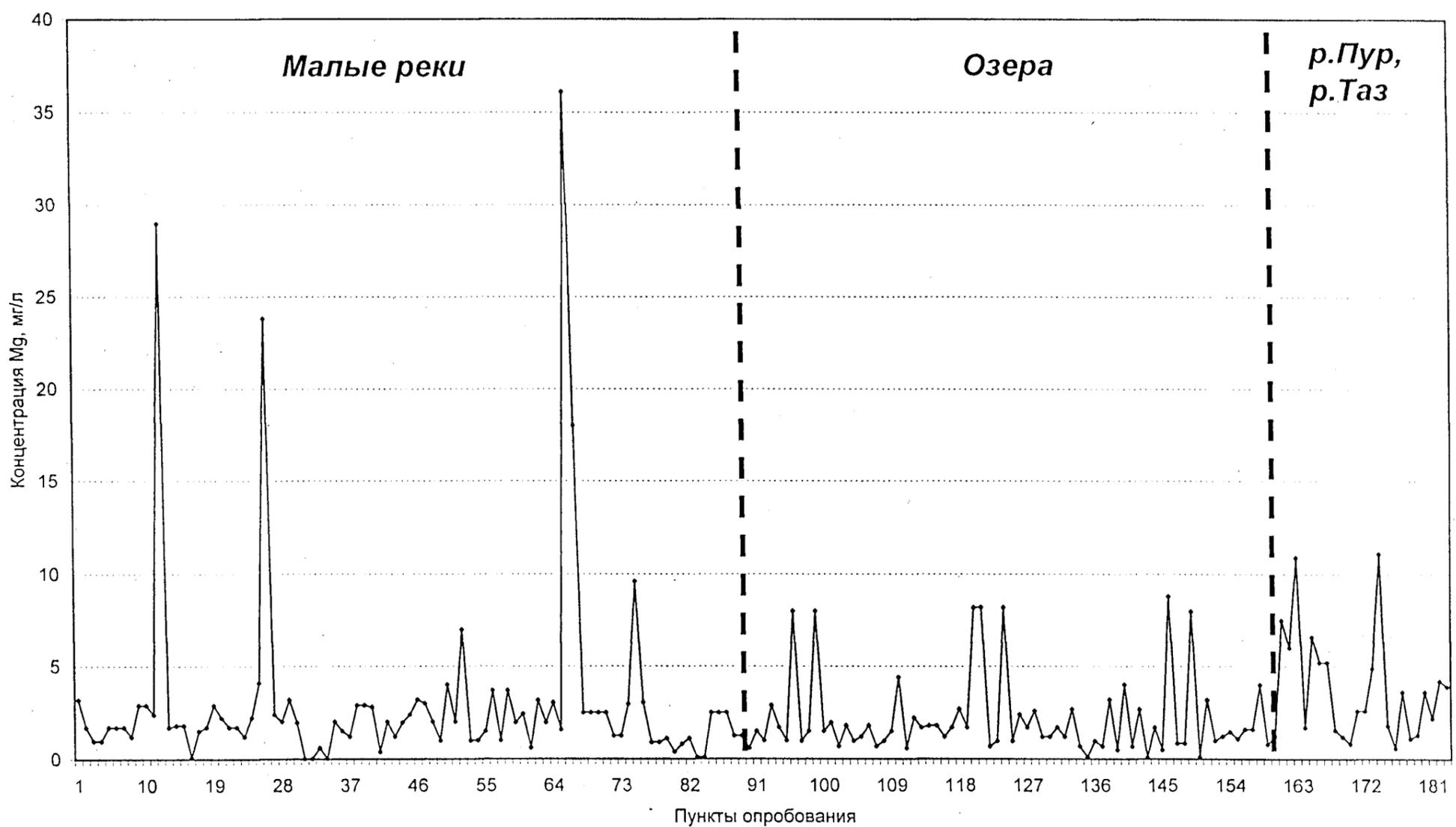


Рис. П.11. Содержание иона Mg в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

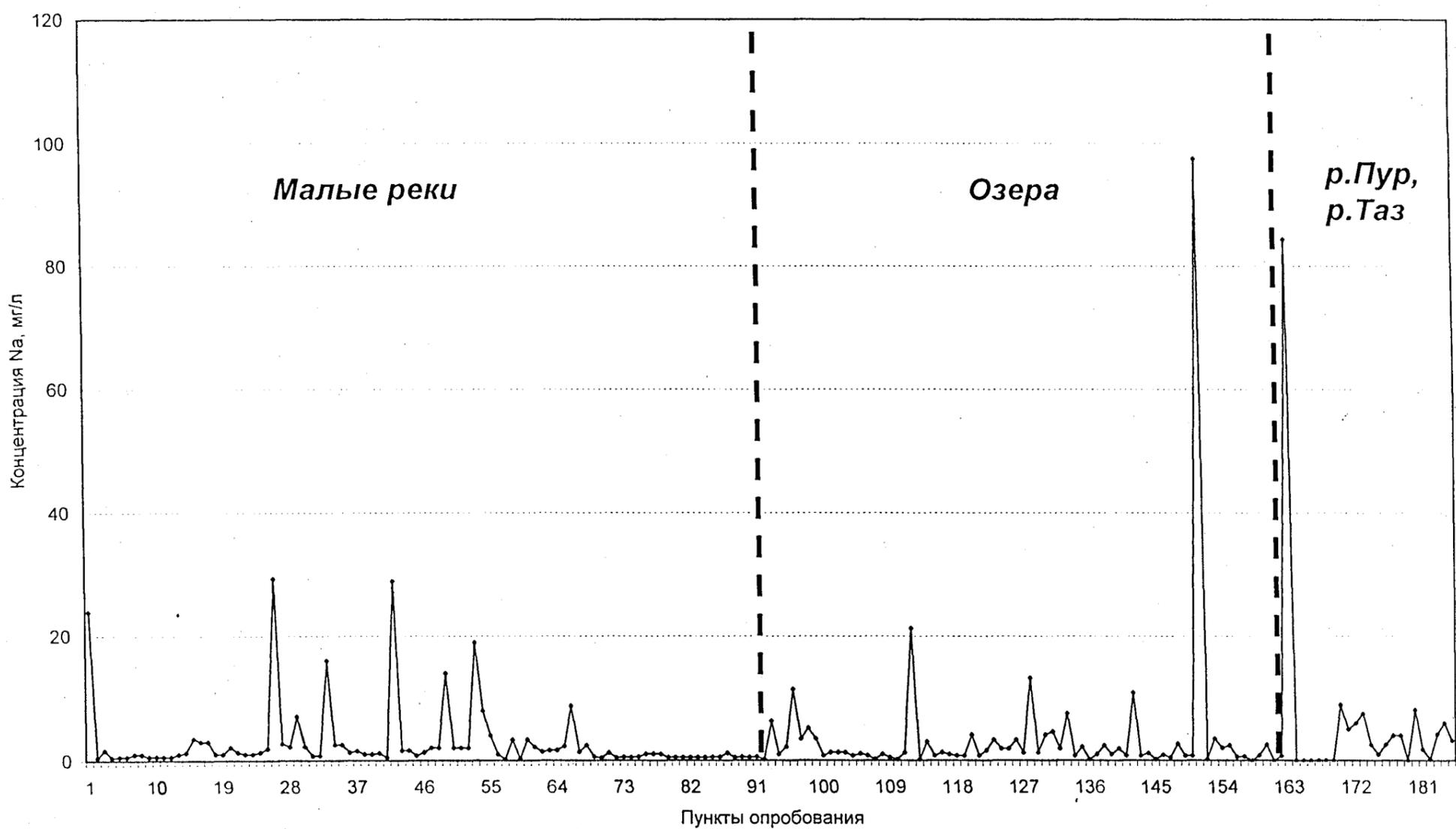


Рис. П.12. Содержание иона Na в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

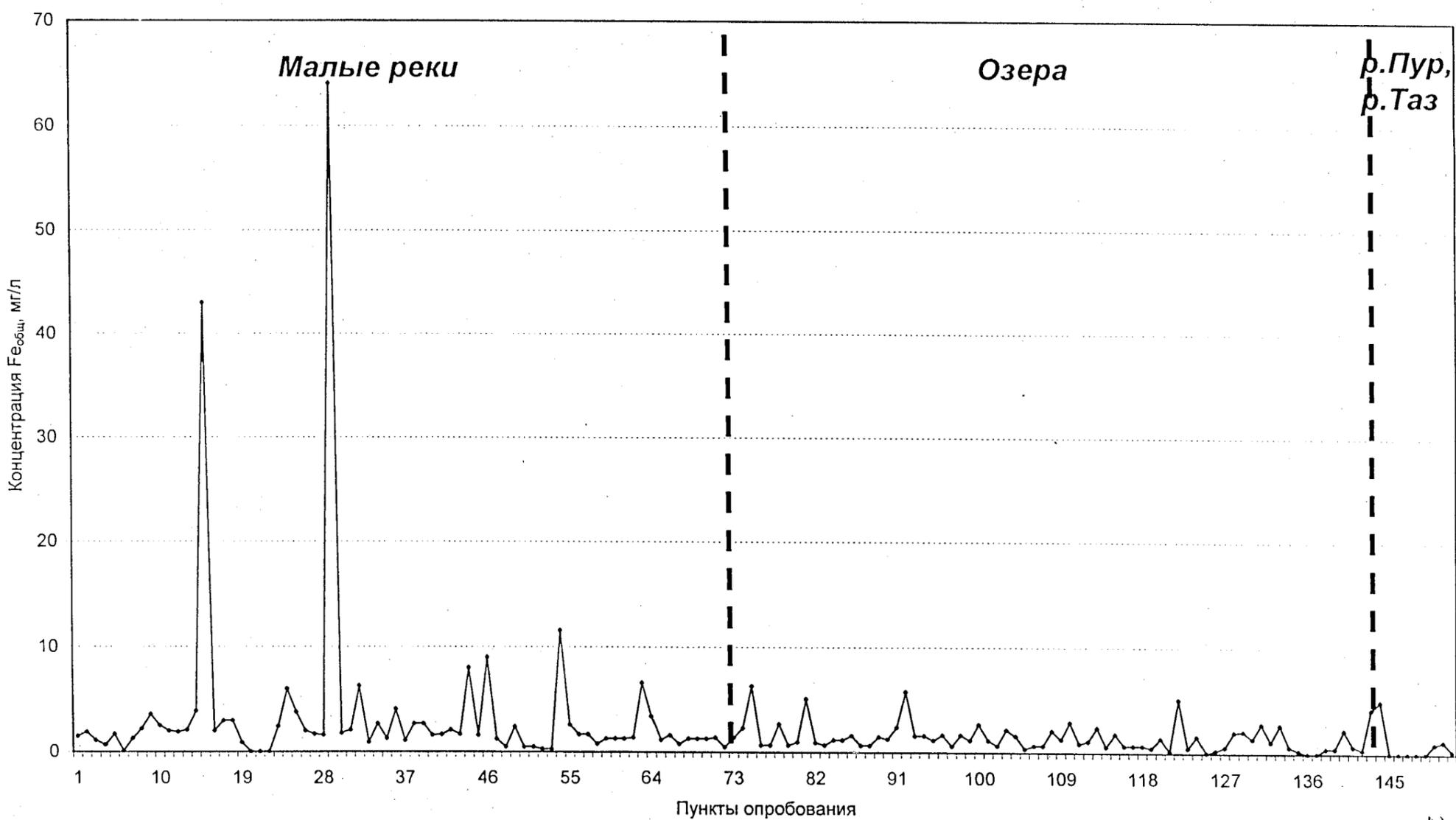


Рис. П.13. Содержание иона $Fe_{общ}$ в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

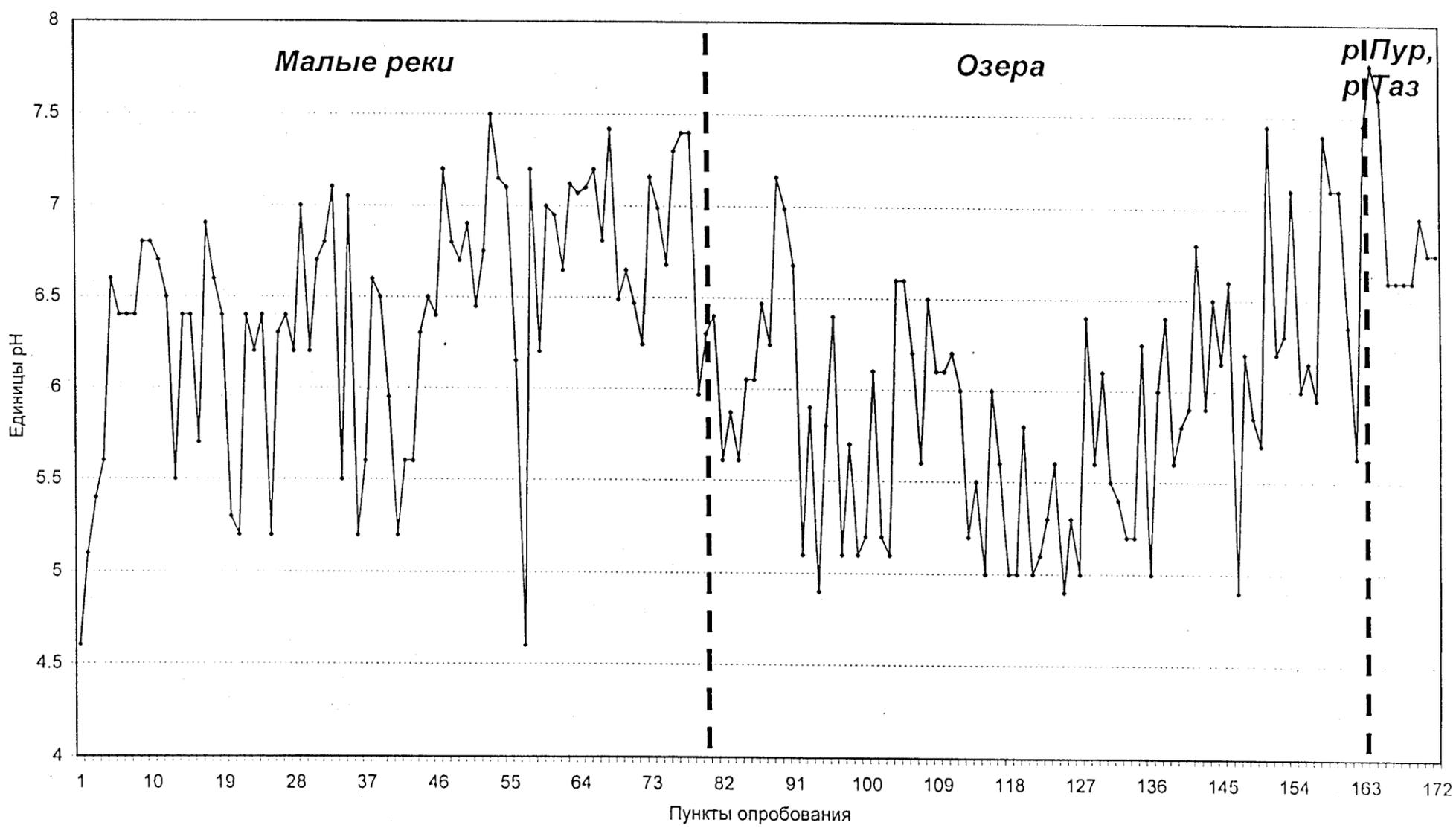


Рис. П.14. рН в поверхностных водах Уренгойского месторождения и реках Пур, Таз

Приложение 8

Рисунки к разделу 3.5.5 «Химический состав и режим межмерзлотных и поверхностных вод на участке Ново-Уренгойского водозабора», к разделу 3.5.3

- Рис. П. 15. Содержание pH на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 16. Содержание Eh на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 17. Изменение концентрации ионов Cl, HCO₃, SO₄ на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 18. Изменение концентрации ионов Na, Ca, Mg на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 19. Изменение концентрации ионов Fe_{общ} на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 20. Изменение концентрации ионов SiO₂ на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)
Рис. П. 21. Изменение концентрации ионов Cl, HCO₃, SO₄ на Ново-Уренгойском водозаборе (осень 2000г.)
Рис. П. 22. Изменение концентрации ионов Na, Ca, Mg на Ново-Уренгойском водозаборе (осень 2000г.)
Рис. П. 23. Изменение концентрации ионов Mn, Al, P_{общ} на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 2000г.)
Рис. П. 24. Изменение концентрации нефтепродуктов, фенолов на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 2000г.)
Рис. П. 25. Схематическая карта пьезометрической поверхности подземных вод на Ново-Уренгойском водозаборе (август 2001г.) и граница таликовой зоны
Рис. П. 26. Изменение максимальных значений содержания хлор-иона в подземных водах на Уренгойском месторождении в 1982-2002гг. (УКПГ – 1А – 10)
Рис. П. 27. Изменение средних значений содержания хлор-иона в подземных водах на Уренгойском месторождении в 1982-2002гг.
Рис. П. 28. Изменение максимальных значений содержания сульфат-иона в подземных водах на Уренгойском месторождении в 1982-2002гг.
Рис. П. 29. Изменение средних значений содержания сульфат-иона в подземных водах на Уренгойском месторождении в 1982-2002гг.
Рис. П. 30. Изменение максимальных значений содержания нефтепродуктов в подземных водах на Уренгойском месторождении в 1982-2002гг.

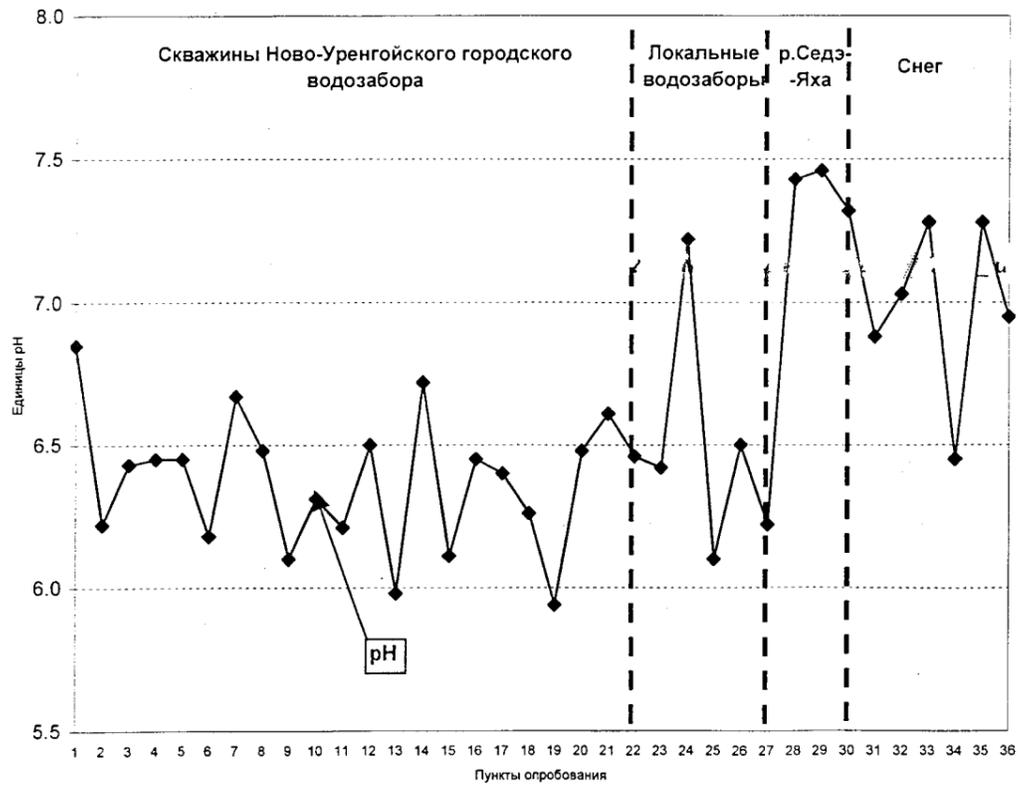


Рис. П.15. рН на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

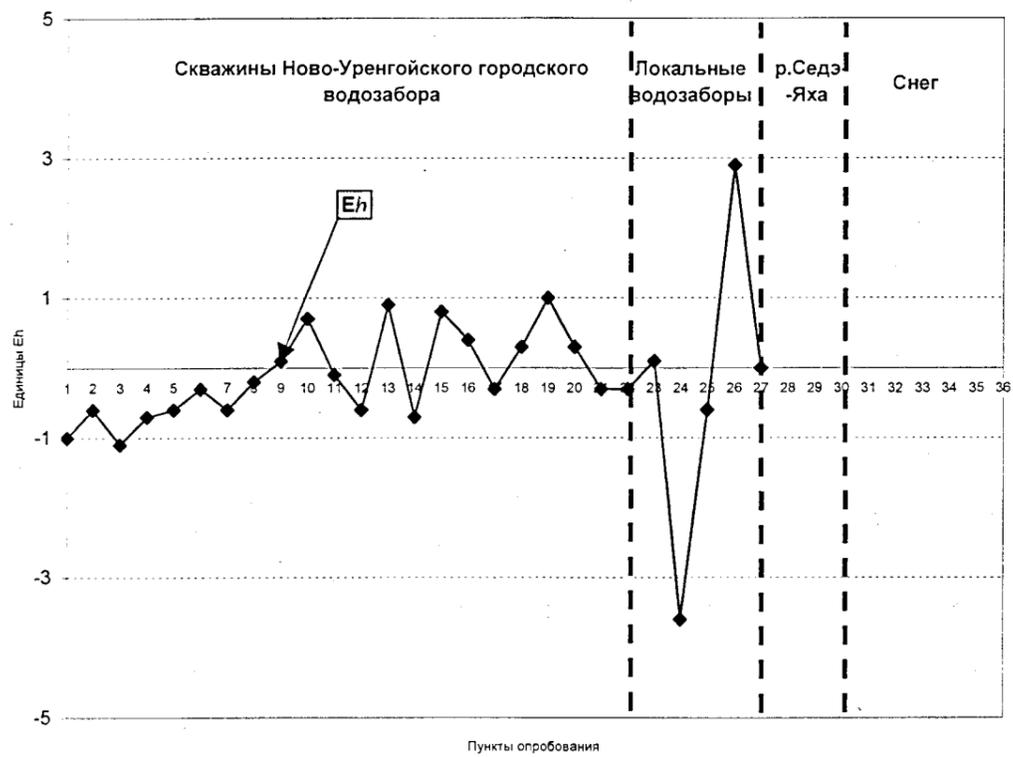


Рис. П.16. Eh на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

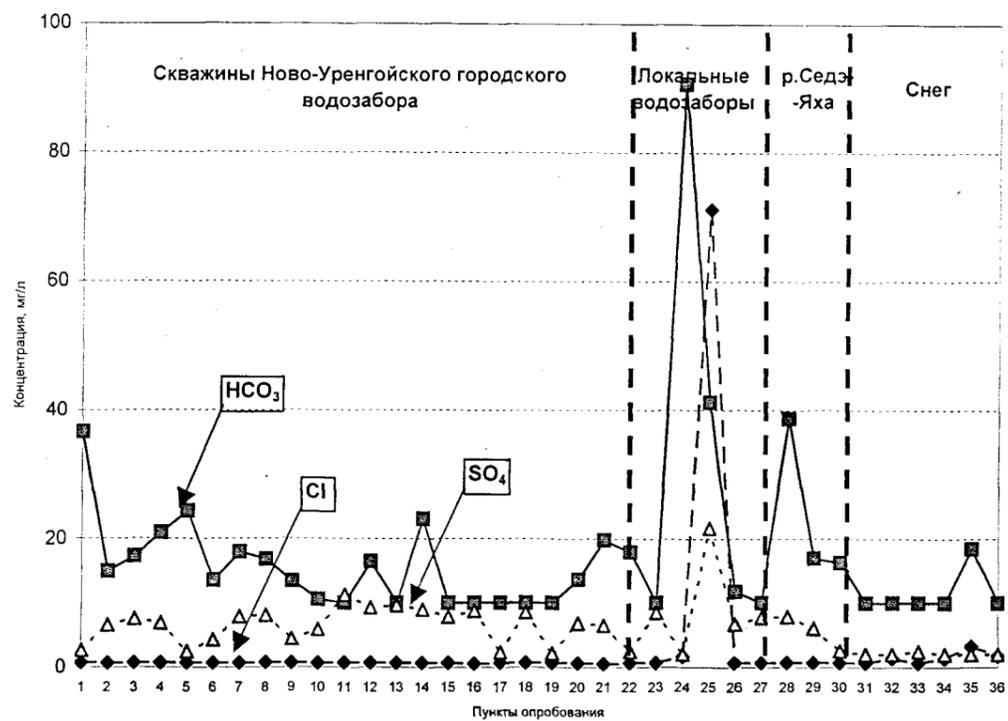


Рис. П. 17. Изменение концентрации ионов Cl, HCO₃, SO₄ на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

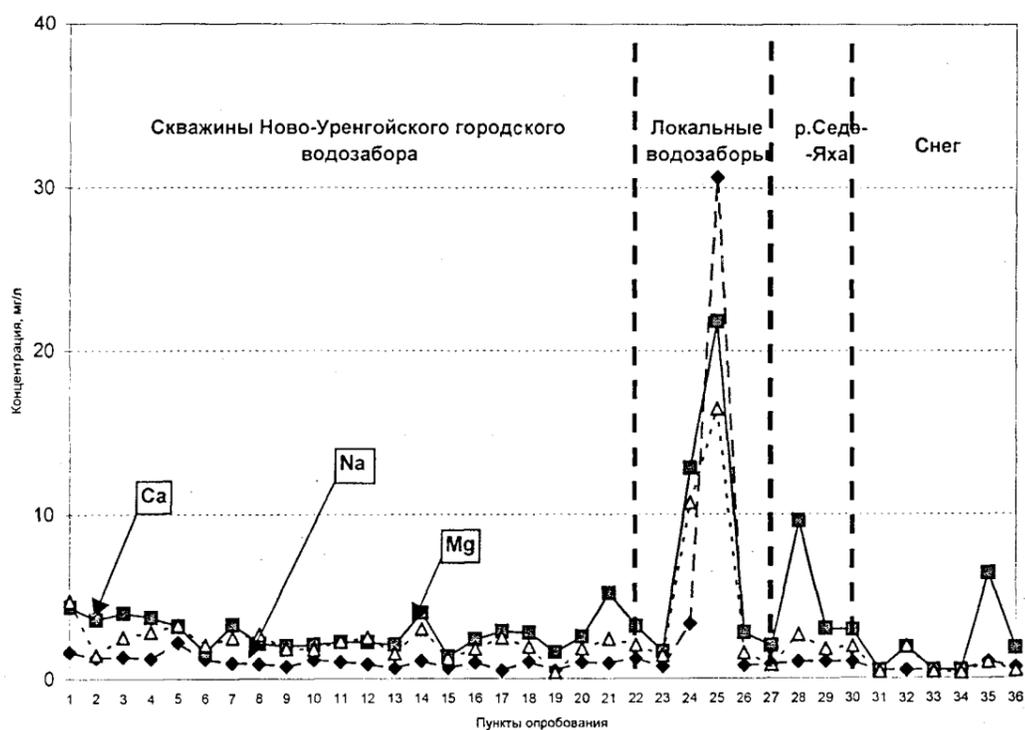


Рис. П.18. Изменение концентрации ионов Na, Ca, Mg на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

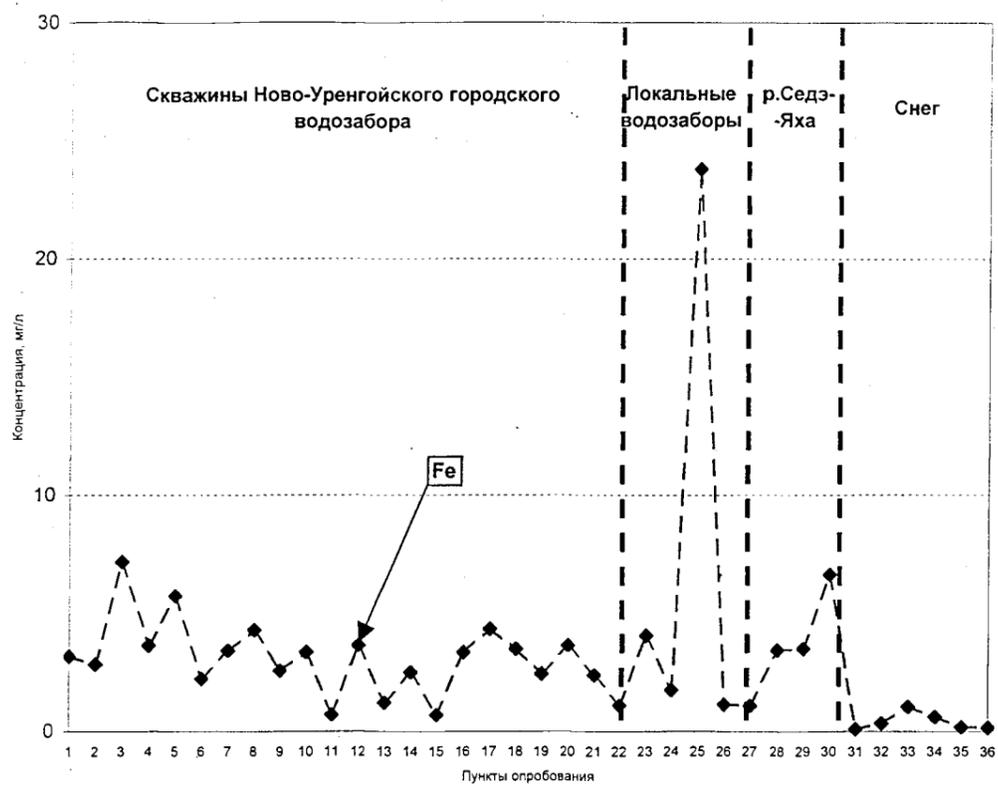


Рис. П.19. Изменение концентрации ионов Fe на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

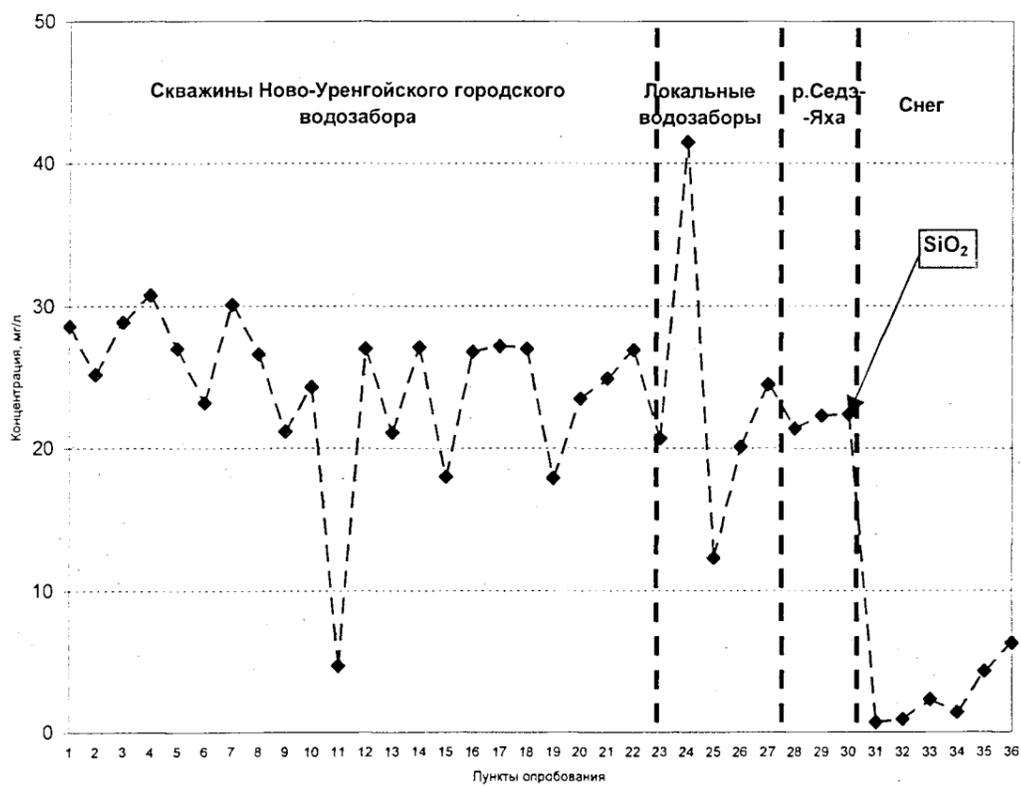


Рис. П.20. Изменение концентрации ионов SiO₂ на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 1999г.)

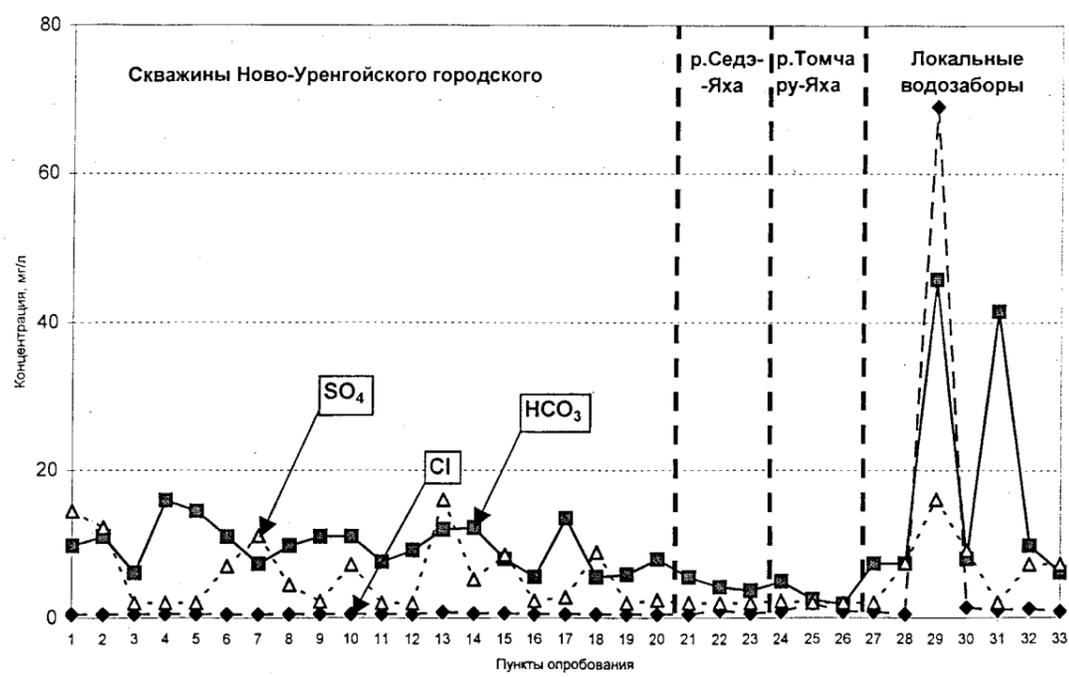


Рис. П.21. Изменение концентрации ионов Cl , HCO_3 , SO_4 на Ново-Уренгойском водозаборе (осень 2000г.)

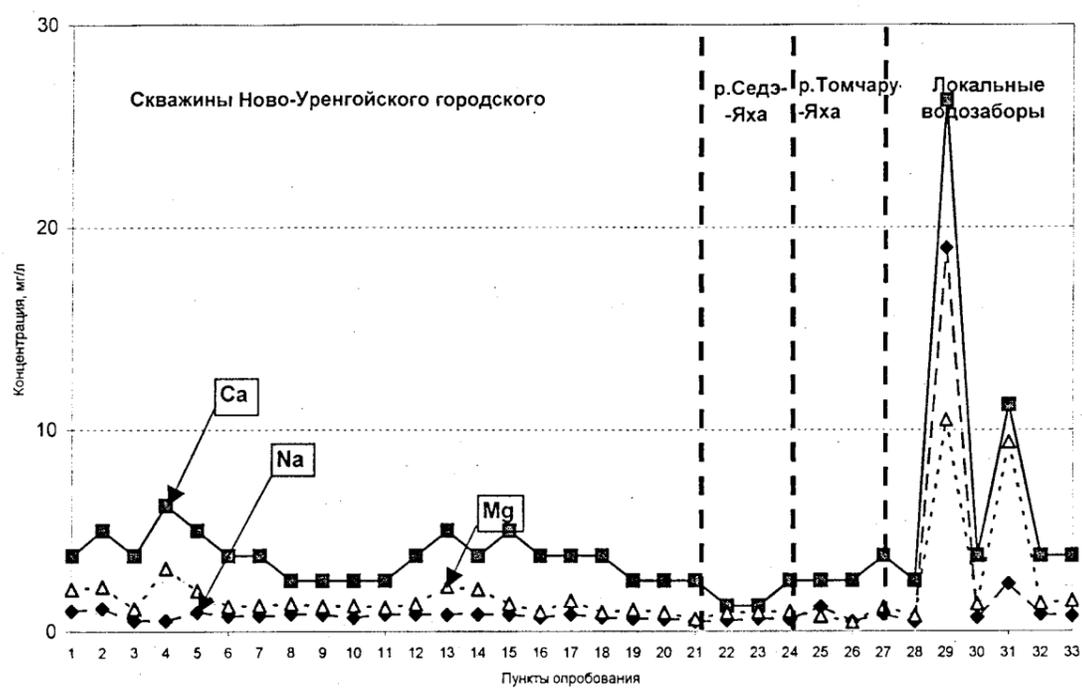


Рис. П.22. Изменение концентрации ионов Na , Ca , Mg на Ново-Уренгойском водозаборе (осень 2000г.)

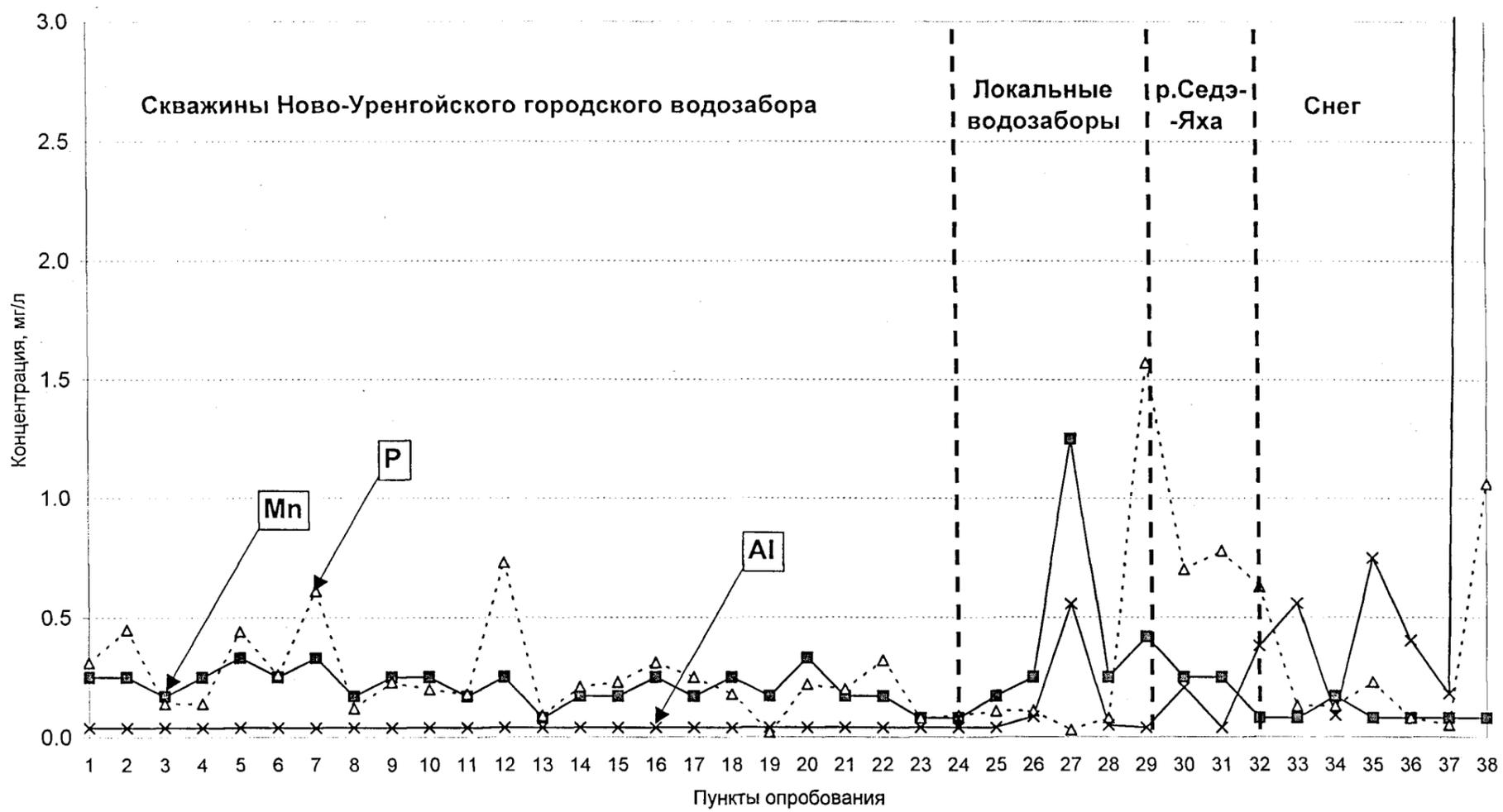


Рис. П.23. Изменение концентрации ионов Mn, P, Al на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 2000г.)



Рис. П.24. Изменение концентрации НП и фенолов на Ново-Уренгойском водозаборе (весна 2000г.)

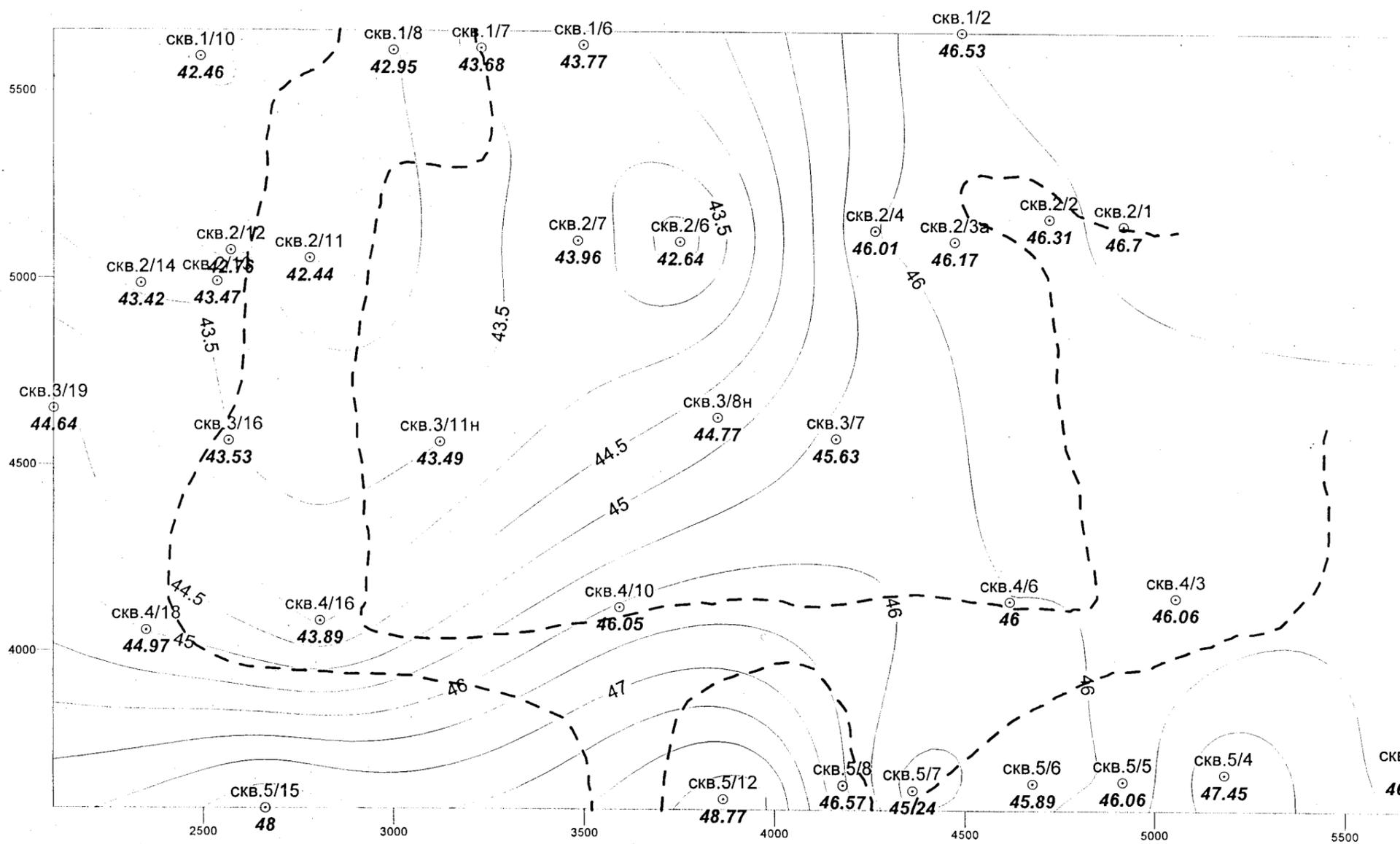


Рис. П.25. Карта пьезометрической поверхности подземных вод на Ново-Уренгойском городском водозаборе (август, 2001г.) и граница таликовой зоны

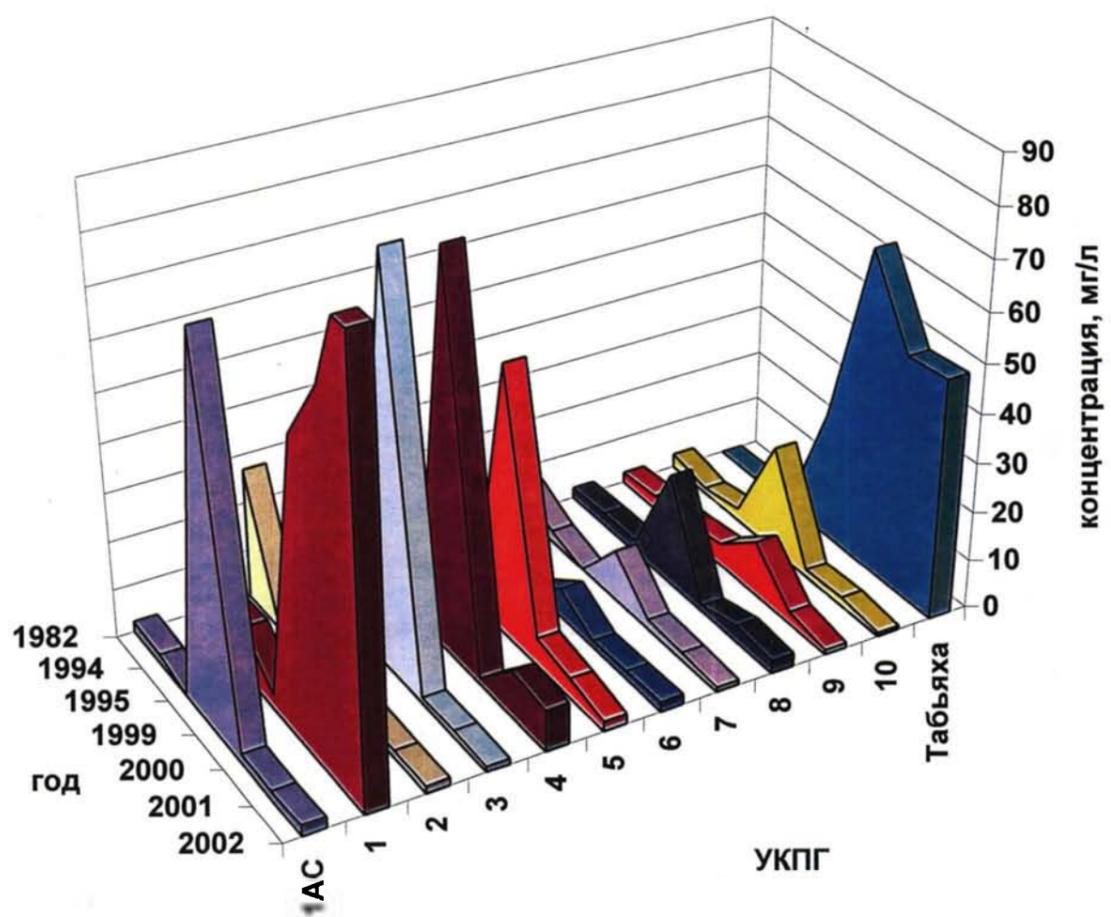


Рис. П. 26 Изменение максимальных значений содержания иона хлора в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.

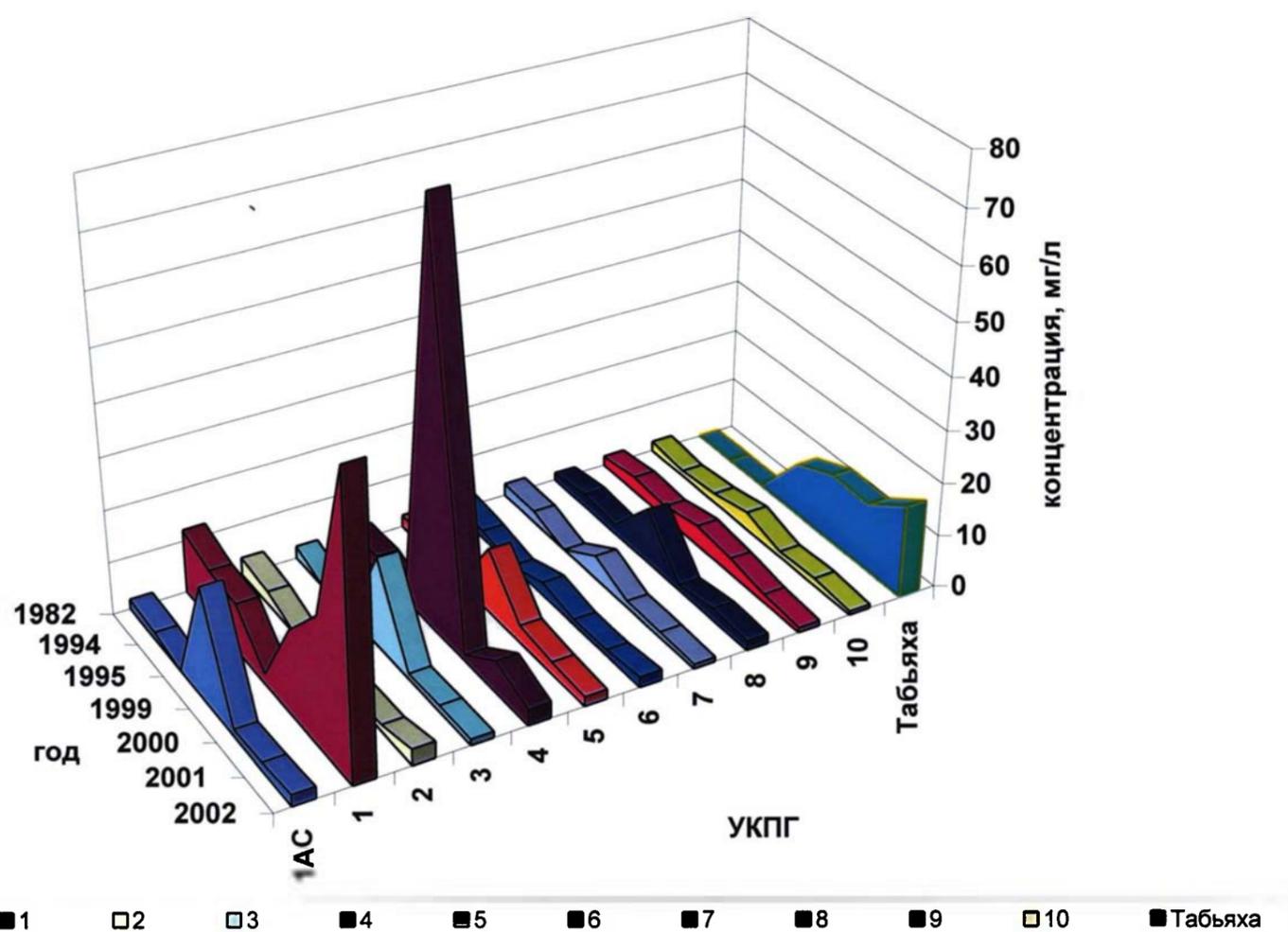
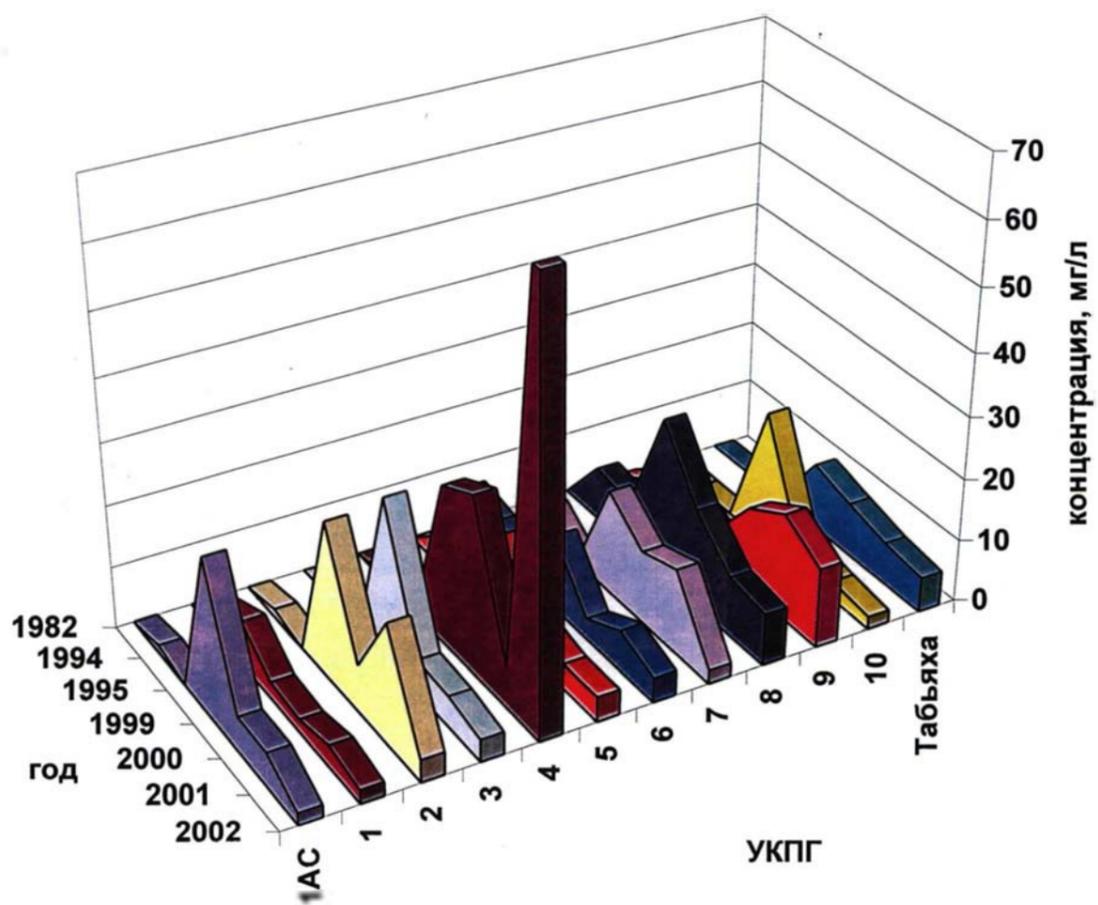
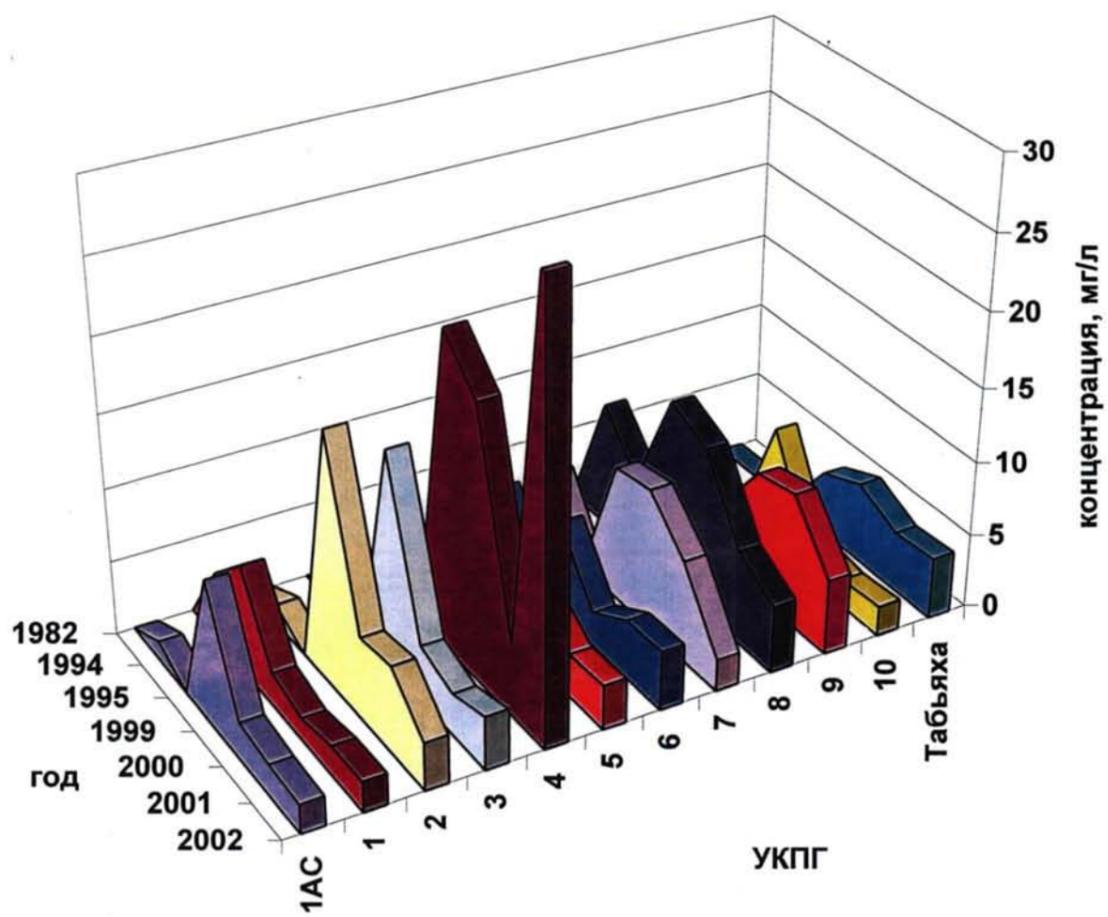


Рис. П. 27 Изменение средних значений содержания иона хлора в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.



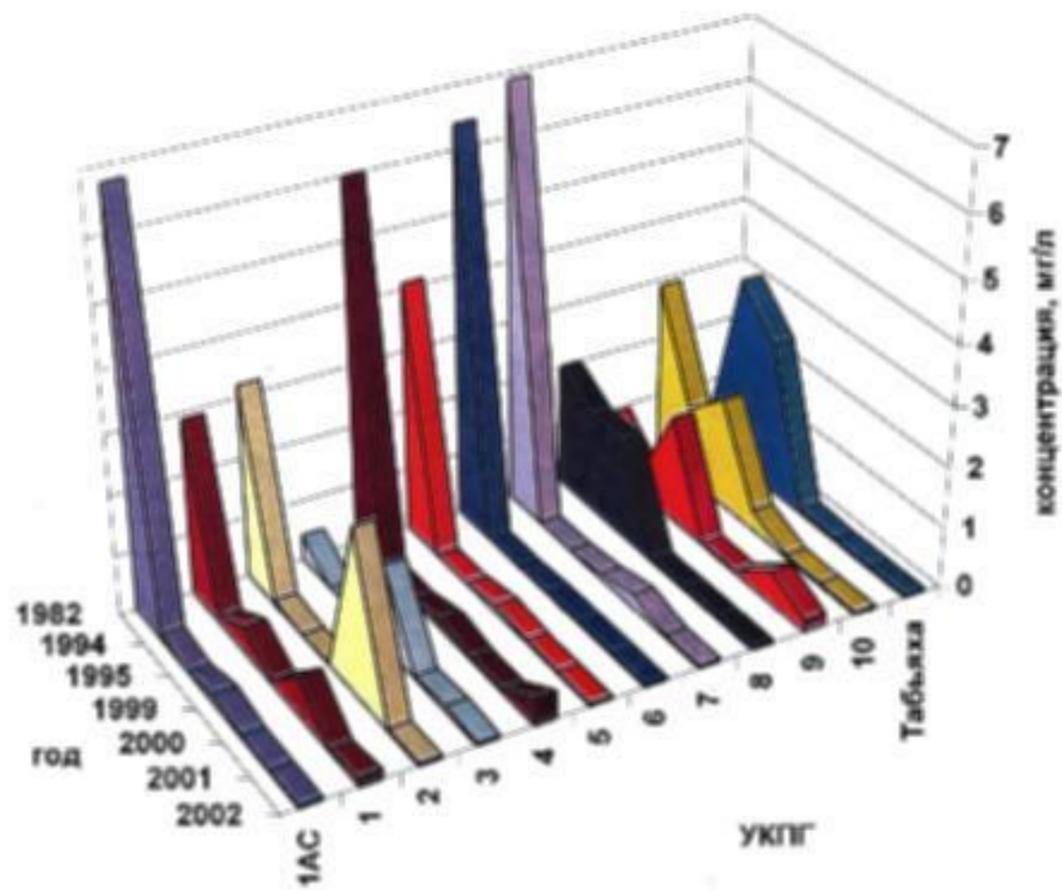
■ 1AC ■ 1 □ 2 □ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 □ 7 ■ 8 ■ 9 □ 10 ■ Табьяха

Рис. П. 28 Изменение максимальных значений содержания SO_4 в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.



■ 1АС ■ 1 □ 2 □ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 □ 7 ■ 8 ■ 9 □ 10 ■ Табьяха

Рис. П. 29 Изменение средних значений содержания SO_4 в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.



■ 1АС ■ 1 □ 2 □ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 □ 7 ■ 8 ■ 9 □ 10 ■ Табьяха

Рис. П. 30 Изменение максимальных значений содержания нефтепродуктов в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.

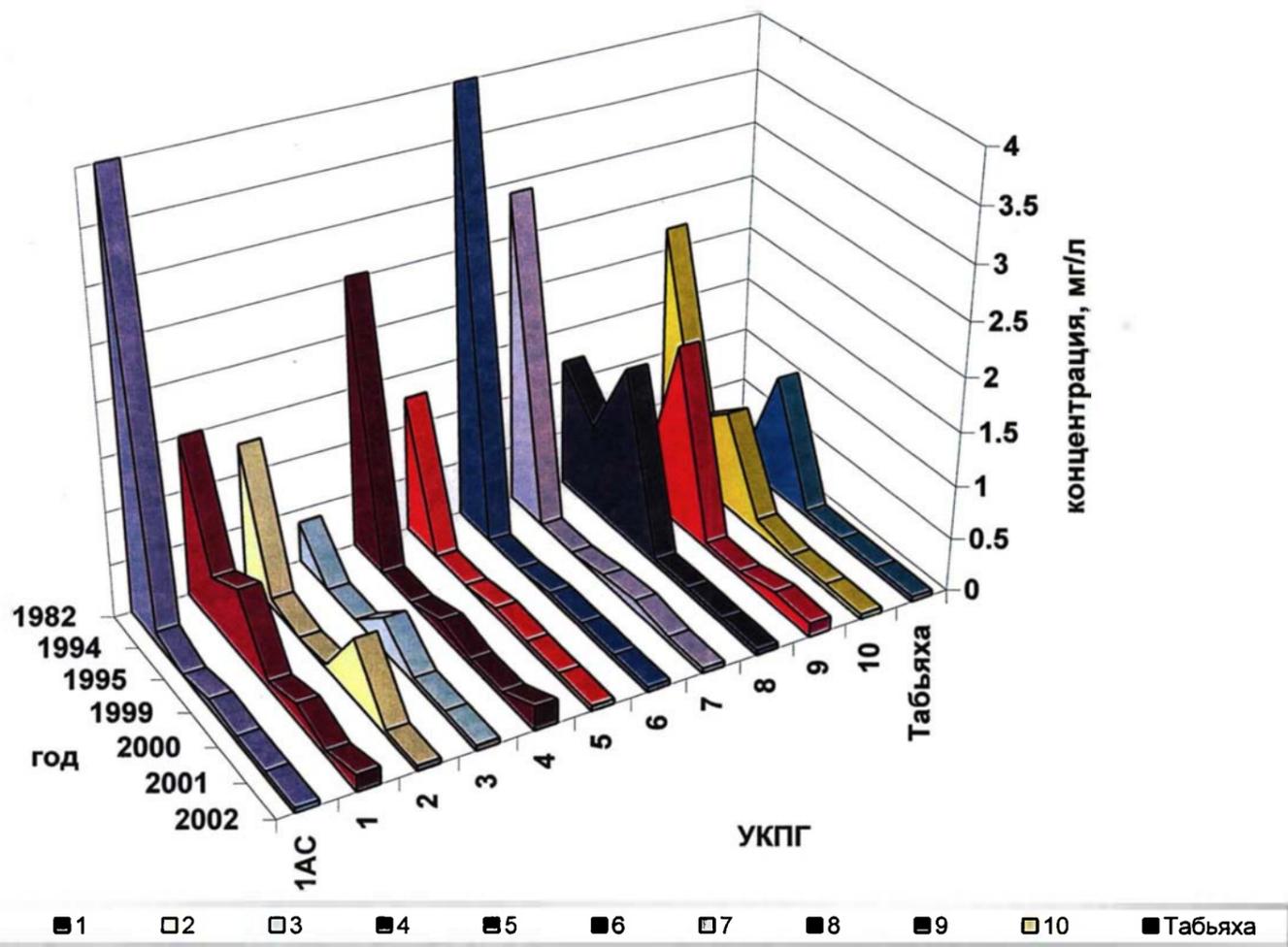


Рис. П. 31 Изменение средних значений содержания нефтепродуктов в подземных водах водозаборов Уренгойского месторождения в 1982-2002 г.г.