Сибирское отделение РАН Государственная публичная научно-техническая библиотека Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти Восточной нефтяной компании

Серия «Экология» Издается с 1989 г. **Выпуск 81**

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выпуск 2

Мониторинг природной среды на объектах нефтегазового комплекса

Аналитический обзор

Новосибирск, 2006

ББК 26.325.31

Экологическое сопровождение разработки нефтегазовых месторождений. Вып. 2. Мониторинг природной среды на объектах нефтегазового комплекса = Environmental Escort for exploitation oil and gas deposits. Issue 2. Natural State Monitoring on the Objects of Oil and Gas Coplexes: аналит. обзор / А. Г. Гендрин, Г. А. Надоховская, Н. К. Смирнова, В. П. Середина, А. И. Непотребный, А. Г. Киселев, Е. С. Русинова, А. М. Худобец, А. А. Серых, А. Н. Чемерис; Гос. публич. науч.техн. 6-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук; ТомскНИПИнефть ВНК. — Новосибирск, 2006. — 123 с. + вкл. 2 табл. — (Сер. Экология. Вып. 81).

ISBN 5-94560-103-9

Второй выпуск серии «Экологическое сопровождение нефтегазовых месторождений» посвящен вопросам разработки и осуществления программы экологического мониторинга. Обзор проиллюстрирован примерами. Приведена информация о загрязняющих веществах нефтегазового комплекса, подлежащих контролю. Представлены методы оценки состояния природных объектов. Даны рекомендации по размещению пунктов наблюдения, периодичности и календарным срокам отбора проб, организации службы мониторинга территории нефтегазовых месторождений. Проведена и представлена комплексная оценка состояния природных компонентов таких территорий. Представленный во втором выпуске материал систематизирован на основе данных, полученных в ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» за более чем десятилетнюю деятельность института по данной тематике.

Обзор предназначен для специалистов в области охраны окружающей среды и природопользования, а также для преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

The second issue of the series «Environmental escort for exploitation oil and gas deposits» is devoted to the problems of developing and realization of the program on environmental monitoring. The review is illustrated by numerous examples. Information on contaminating substances at oil and gas deposits to be controlled is presented. Methods for assessing the state of natural objects are shown. Recommendations on arranging monitoring points, periodicity and data for getting samples, organization of monitoring services and complex assessment of the natural components state on such territories are given. The material presented is systematized on the base of data obtained in OAO «TomskNIPIneft VNK» for more then 10-year activity of the institute on these problems. The review is for specialists in the environmental protection, tutors, post-graduates and students.

Ответственный редактор канд. физ.-мат. наук А.Г. Гендрин

Обзор подготовлен к печати д-ром пед. наук О.Л. Лаврик канд. пед. наук Т.А. Калюжной М.Б. Зеленской Л.Б. Шевченко

ВВЕДЕНИЕ

Впервые необходимость создания системы экологического мониторинга была отмечена на конференции Организации объединенных наций, посвященной проблемам устойчивого развития, которая прошла в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. На уровне Российской Федерации основанием для проведения работ по мониторингу являются требования закона «Об охране окружающей среды» /1/, постановления Правительства Российской Федерации № 177 от 31.03.2003 г. «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)» /2/, постановления Правительства Российской Федерации № 846 от 28.11.2002 г. «Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга земель» /3/.

Под экологическим мониторингом понимают систему регулярных наблюдений в пространстве и времени, позволяющую оценивать динамику изменения природной среды и контролировать ее состояние под воздействием техногенных факторов /4/. Экологический мониторинг (ЭМ) осуществляется по принципу «наблюдение – оценка – прогноз» и тесно связан с решением следующих задач:

- наблюдение состояния природных сред и фиксация происходящих изменений:
- контроль выполнения природопользователем экологических (санитарно-гигиенических) нормативов инструментальным и иными количественными методами;
- получение информационной основы для ведения кадастров природных ресурсов локальной территории как количественной единицы региона (субъекта Федерации) в целях осуществления учета природных ресурсов;
- выявление и оценка неблагоприятных тенденций в состоянии компонентов природной среды и природных ресурсов, а также прогноз их состояния при сложившемся или планируемом уровне техногенной нагрузки;
- оценка соответствия состояния каждого из наблюдаемых компонентов природной среды заранее установленной норме и принятие соответствующих управленческих решений по изменению режимов природопользования /5/.

Локальный экологический мониторинг (ЛЭМ) на месторождениях углеводородного сырья проводится по трем направлениям: аэрокосмический, наземный и прогнозный.

Аэрокосмический мониторинг основывается на использовании данных дистанционного зондирования территории для выявления объективных

ситуаций путем сравнения материалов контрольного обследования, проводимого 1 раз в год, с базовой ландшафтно-экологической картой территории, составленной в процессе инженерно-экологических изысканий /6/.

Наземный мониторинг включает: мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, радиационный, мониторинг поверхностных и подземных вод, инженерно-геологический, почвенный, биологический.

Прогнозный мониторинг – составная часть наземного и аэрокосмического мониторинга. Цель прогнозного мониторинга – комплексный анализ, моделирование и прогноз воздействия на окружающую природную среду.

Нами выработан комплексный подход к проведению ЛЭМ на месторождениях, который включает:

1. Подготовительный этап:

- формирование целей, задач и объектов мониторинга;
- выбор расположения и числа постов наблюдения;

- выбор расположения и мела постов наолюдения;
 выбор оборудования и методов анализа;
 выбор методов отбора, консервирования и хранения проб;
 анализ и интерпретация результатов имеющихся наблюдений о состоянии компонентов природной среды. Выделение фоновых показателей;
- анализ заранее установленных экологических нормативов объектов ЭМ;
- составление предварительной карты ключевых участков полевых работ (постов наблюдения), техногенной нагрузки.
 2. Полевой этап наземных исследований:

- отбор проб, консервирование и хранение проб, их транспортировка к месту стационарных измерений (химико-аналитическая лаборатория, гидробиологическая лаборатория и др.);
 - проведение полевых измерений, их документирование.

Этап обеспечивает выполнение работ с учетом стадий разработки месторождений.

3. Этап камеральной обработки собранного полевого материала и составление отчета:

- лабораторные работы, выполнение количественного химического анализа (КХА) проб воздуха, воды, донных отложений, почв, выявление видового состава гидробионтов;
- статистическая обработка результатов лабораторных работ и метрологических измерений; камеральные гидрологические, геоботанические, почвенные исследования;
- представление информации (отчет, таблицы, протоколы КХА, уточненные карты участков деградации земель, растительности). Итоговый отчет о проведенном ЛЭМ составляют 1 раз в год, аналитические отчеты раз в 3 и 5 лет.

Комплексный подход в осуществлении ЛЭМ на территории нефтяных и газовых месторождений нашел практическое применение для принятия всесторонне обоснованных управленческих решений природопользователя в области охраны окружающей среды.

Глава 1. МОНИТОРИНГ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Мониторинг атмосферного воздуха — это система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения. Необходимость проведения мониторинга за состоянием воздушной среды регламентируется законом об охране атмосферного воздуха /7/.

Важность экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха определяется:

- опасностью загрязнения воздушного бассейна;
- действием атмосферных загрязнений на здоровье человека;
- влиянием атмосферного загрязнения на коррозию технологического оборудования;
- влиянием вредных примесей атмосферы на состояние других компонентов природной среды (почва, вода, растительность и животный мир);
- платой за выбросы загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих в атмосферу;
- оценкой экономического ущерба, причиненного выбросами в атмосферу /8/.

Экологический мониторинг за изменением качества атмосферного воздуха на территории месторождений осуществляет экологическая (или приравненная к ней) служба. Территория месторождений (включая воздушный бассейн) испытывает прямое воздействие от строящихся и действующих объектов промыслов на природную среду, и это влияние является основным в рассматриваемой зоне (если другие производства отсутствуют). Возможный уровень загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха оценивается величиной потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА). Пользуясь данными синоптико-статистического анализа /9/, район месторождений, опыт проведения мониторинга на которых обсуждается в данном обзоре, относят к первой зоне с низким ПЗА. Для определения уровня загрязнения атмосферы необходимо четко установить источники загрязнения атмосферы и основные загрязняющие вещества.

В Программе экологического мониторинга устанавливаются необходимые параметры контроля: определяемые показатели, периодичность наблюдения, число анализов в год, методы определения ЗВ.

Информация, получаемая при проведении мониторинга, необходима:

- для разработки комплекса мероприятий, обеспечивающих стабильность экологической ситуации и надежность работы промышленных объектов;
- для организации контроля за соблюдением нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) на объектах промысла и на контролируемой территории;
- для принятия хозяйственных и организационных решений по соблюдению природоохранного законодательства.

1.1. Организация контроля

1.1.1. Объекты контроля

Объектом контроля являются фоновое состояние атмосферного воздуха на месторождении и ингредиенты-загрязнители в приземном слое атмосферы в пределах промышленных площадок и прилегающей к ним территории в пределах до 10 км от факельных установок (от 10 до 50 эффективных высот факела) /10/.

Объектами контроля являются организованные и неорганизованные источники выбросов загрязняющих веществ на месторождениях. К организованным источникам основного нефтегазового производства относятся: факелы высокого и низкого давления, печи подогрева нефти, газотурбинные, газодизельные и дизельные электростанции и резервуары (резервуары можно рассматривать и как неорганизованные источники выбросов). К организованным источникам вспомогательного нефтегазового производства относятся: котельные, ремонтные цеха, теплые стоянки автотранспорта.

К неорганизованным источникам выбросов основного нефтегазового производства относятся технологические площади подготовки нефти: дожимная насосная станция (ДНС), установка предварительного сброса воды (УПСВ), установка подготовки нефти (УПН), центральный пункт перекачки нефти (ЦППН) и блочная кустовая насосная станция (БКНС) с набором технологического оборудования (сепараторами, сальниковыми уплотнениями насосов, запорно-регулирующей арматурой (ЗРА) и фланцевыми соединениями и дренажными емкостями). Также к неорганизованным источникам выбросов относятся ЗРА и фланцевые соединения на скважинах, но так как выбросы от скважин крайне незначительны, они не учитываются при разработке программ мониторинга (рассматривается работа промысла не в аварийном режиме). К неорганизованным источникам вспомогательного производства относятся стоянки автотранспорта.

Передвижные источники при разработке программ мониторинга не учитываются.

От объектов нефтяных месторождений в атмосферу поступают как газообразные, так и твердые загрязняющие вещества. Основными загрязняющими веществами являются:

- компоненты нефти и попутного газа углеводороды (углеводороды предельные C_1 - C_5 , углеводороды предельные C_6 - C_{10} , бензол, толуол, ксилол), выделяющиеся в воздушный бассейн при утечках через неплотности соединений при добыче, подготовке и транспорте нефти;
- оксиды углерода, оксиды азота, сажа, бенз(а)пирен, углеводороды, образующиеся при сжигании нефтяных газов;
- соединения марганца, кремния, фтористый водород, абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся при ремонте оборудования;
- \bullet азота диоксид, углерода оксид, сажа, углеводороды предельные по бензину и C_{12} - C_{19} , серы диоксид и соединения свинца, выделяющиеся от стоянок автотранспорта.

Выбросы загрязняющих веществ и параметры газовоздушной смеси от источников выбросов рассчитываются по методикам /11–18 и др./, утвержденным в Министерстве природных ресурсов $P\Phi$, или принимаются согласно нормативам ПДВ.

1.1.2. Контролируемые примеси в атмосфере и снежном покрове

Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю в атмосферном воздухе, составляется на основании расчета или принимается в соответствии с нормативами ПДВ, согласно расчету рассеивания.

Обычно контролю в атмосферном воздухе подлежат следующие загрязняющие вещества: оксид углерода, диоксид азота, сажа, углеводороды (углеводороды предельные C_1 - C_5 , углеводороды предельные C_6 - C_{10} , углеводороды по метану и по бензину) и бенз(а)пирен. Поскольку нефть на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК относится к малосернистым, в составе попутного нефтяного газа отсутствует сероводород, поэтому сернистый ангидрид в воздушную среду не выбрасывается.

Ниже приведены некоторые характеристики загрязняющих веществ в атмосфере:

Оксид углерода (CO) — бесцветный газ без вкуса и запаха. Образуется при неполном сгорании природного газа и постепенно окисляется в атмосфере до углекислого газа (CO₂). Выбросы CO в атмосфере сохраняются без изменений в течение 2–4 мес. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны 20 мг/м³. Концентрацию в 300 мг/м³ человек переносит без выраженного действия в течение 2–4 часов, концентрации выше 600 мг/m^3 вызывают отравление разной степени тяжести в результате аноксемии (превращение гемоглобина в карбоксигемоглобин).

Диоксид азота (NO_2) – красно-бурый газ с удушливым запахом. Диоксид азота вызывает раздражение и отек дыхательных путей, снижает со-

противление человеческого организма инфекционным заболеваниям. Повышение концентрации NO_2 в воздухе вызывает деградацию и даже полную гибель лесных массивов. Это связано с выпадением кислотных дождей, образующихся в результате фотохимического взаимодействия оксидов азота с атмосферной влагой. Диоксид азота в среднем мигрирует в атмосфере трое суток. ПДК NO_2 в воздухе населенных мест составляет 0.085 мг/м^3 , ПДК в воздухе рабочей зоны -2 мг/м^3 .

Взвешенные частицы сажи могут действовать как центр реакции, катализируя взаимодействие газов, и ощутимо уменьшать прозрачность и проницаемость атмосферы. ПДК сажи в воздухе населенных мест составляет 0.15 мг/м^3 , ПДК в воздухе рабочей зоны -4 мг/м^3 .

Бенз(а)пирен – полиароматический углеводород. Один из сильнейших канцерогенов, образующихся в условиях пиролитических реакций. Влияет на развитие опухолей легких, особенно часто встречающихся в патологии человека: плоскоклеточного рака, недифференцированного рака типа мелкоклеточного, аденокарциномы и комбинированных опухолей, а также сарком.

Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю в снежном покрове, составляется согласно /10, 19/, в соответствии с веществами, выбрасываемыми в атмосферу на конкретном промысле. При контакте загрязненный воздух — снег в снеге в результате осаждения и/или дальнейшего химического превращения происходит накопление загрязняющих вешеств.

Контролю в снежном покрове обычно подлежат следующие загрязняющие вещества: азот аммонийный, сульфаты, нефтеуглеводороды, бенз(а)пирен, железо общее, свинец, цинк, марганец, ртуть, хром, никель, фенолы, взвешенные вещества.

Контроль тяжелых металлов в снежном покрове обычно оставляется на усмотрение природопользователя, поскольку выбросы в атмосферу тяжелых металлов от факельных установок обычно крайне незначительны и не рассчитываются, и их обнаружение возможно в случае привнесения извне вместе с осадками (трансграничный перенос).

1.1.3. Выбор пунктов наблюдения за атмосферным воздухом

Пункты наблюдений за атмосферным воздухом рекомендуется размещать на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия или промплощадки /10/. Однако, согласно определению санитарно-защитной зоны, приведенному в СанПин 2.2.1/2.1.1.1031-01 /20/, под СЗЗ понимают территорию между границами промплощадки и территории жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта. На территории лицензионных участков, опыт разработки программ экологического мониторинга для которых рассматривается, нет вышеперечисленных зон, следовательно, СЗЗ для промплощадок этих месторождений не устанавливается.

В соответствии с нормативными документами /10/ устанавливают три категории постов наблюдений за загрязнением атмосферы: стационарный, маршрутный, передвижной (подфакельный).

На месторождениях с низким индексом загрязнения атмосферы (ИЗА), к которым относятся месторождения ОАО «Томскнефть» ВНК, целесообразно использовать подфакельный пост наблюдения.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника и определения уровня загрязнения атмосферы.

Каждый пост, независимо от категории, рекомендуется размещать на открытой, проветриваемой площадке таким образом, чтобы были исключены искажения результатов измерений посторонними объектами. В частности, на месторождениях посты наблюдений целесообразно размещать на внутри- и межпромысловых автодорогах и на технологических площадках.

Пункты наблюдений устанавливаются согласно РД 52.04.186-89 /10/ на основе расчета полей концентраций, в зоне на границе в 1 ПДК по загрязняющему веществу. Обычно ареалы рассеивания различных загрязняющих веществ не совпадают, поэтому трудно подобрать такое положение пункта наблюдений, которое соответствует концентрации всех загрязняющих веществ в 1 ПДК. Поэтому выбирается пункт, где концентрация одного какого-либо загрязняющего вещества (обычно диоксида азота) равна 1 ПДК, и в этом пункте рассчитываются концентрации остальных подлежащих контролю загрязняющих веществ. Если концентрация ни одного загрязняющего вещества на территории лицензионного участка месторождения не достигает 1 ПДК, то выбирается наиболее удобно расположенный в плане доступности пункт, где рассчитываются концентрации всех подлежащих контролю загрязняющих веществ. При проведении мониторинга сравнение идет с рассчитанными концентрациями.

Каждому пункту пробоотбора воздуха на вредные примеси (пункт пробоотбора с подветренной стороны) должен соответствовать фоновый пункт наблюдения с наветренной стороны.

Пункты наблюдений устанавливаются по основным направлениям ветра, с учетом коридоров коммуникаций на расстоянии до 50 эффективных высот факельных установок, при большем удалении от источников выбросов вредные примеси в атмосфере полностью рассеиваются.

Количество пунктов наблюдений с подветренной стороны зависит от суммарной мощности источников выбросов в атмосферу и фонового состояния атмосферы. Для месторождений, вблизи которых нет других производств и фоновая концентрация всех загрязняющих веществ принимается равной нулю, обычно достаточно одного — двух пунктов наблюдения с подветренной стороны. С наветренной стороны устанавливается один пункт наблюдений.

Местоположение пунктов наблюдений с подветренной и наветренной стороны не является абсолютным и зависит от направления ветра. т.е. мо-

жет сдвигаться вдоль коридоров коммуникаций, для того чтобы точно попасть на ось выбросов от факельных установок как наиболее мощных источников выбросов загрязняющих веществ.

Дополнительно к вышеперечисленным пунктам на территории вахтового поселка, если он есть на промысле, должен быть назначен пункт пробоотбора воздуха. Отслеживание текущего состояния воздушной среды в зоне проживания персонала необходимо проводить вне зависимости от направления ветра.

Обязательно должен быть определен фоновый пункт наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, который находится на наибольшем удалении от источников выбросов, чтобы исключить их влияние (промысел работает не в аварийном режиме), но на территории лицензионного участка. Концентрации вредных веществ в фоновом пункте должны соответствовать фоновым концентрациям для текущей территории. В нашем конкретном случае фоновые концентрации принимаются равными нулю.

Перед выездом на пробоотбор рекомендуется установить направление ветра и по карте определить маршрут, далее по таблице ранее рассчитанных концентраций определить эталонные концентрации в намеченных пунктах. Замеренные концентрации должны быть меньше или равны эталонным при сравнимых скоростях ветра. Выполнение этих условий говорит о режиме работы промысла без нарушения технологических условий /21, 22/.

1.1.4. Выбор пунктов наблюдения при снеговой съемке

Для более качественного определения состояния воздушной среды на исследуемой территории используется метод опосредованного определения загрязняющих веществ, заключающийся в геохимическом исследовании атмосферных выбросов путем изучения снежного покрова /10/. Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. Одна проба по всей толще снежного покрова дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы. Исследования проводят путем отбора проб снега на всю мощность снежного покрова в период максимального накопления влагозапаса в снеге. Для месторождений нашего региона пробоотбор проводится в ІІІ декаде марта /10/.

В соответствии с /10, 19/ пункты пробоотбора на снегомерных маршрутах располагают по сетке 2×2 км² (один пункт на 4 км²). Снегомерные маршруты располагают вблизи промплощадки месторождения (на расстояниях до 50 эффективных высот от факелов на месторождениях). При дальнейшем удалении от промплощадки вредные примеси в атмосфере полностью рассеиваются /10/, и снежный покров не будет испытывать влияния от объектов промыслов.

Сначала устанавливается площадь (S, κm^2) территории зоны влияния источников выбросов в атмосферу на месторождении и определяется необходимое количество пунктов пробоотбора снега (n = S/4). Обычно зона влияния составляет от 20 до 30 κm^2 , т.е. достаточное количество пунктов пробоотбора снега составляет от 5 до 8.

Отбор проб снега для установления максимального и минимального загрязнения снежного покрова необходимо проводить с учетом розы ветров. Для северо-запада Томской области и востока Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО), где располагаются месторождения ОАО «Томскнефть» ВНК, наиболее часто повторяющимися являются юго-западное (29%) и южное (21%) направления ветра, следовательно, пункты отбора проб снега для определения максимального загрязнения необходимо устанавливать на северо-востоке и севере от промплощадок месторождений, на расстоянии от 10 до 50 эффективных высот факелов. Пункты отбора проб снега для определения минимального загрязнения располагаются в зоне наименьшей повторяемости направления ветра — на западе (восточное направление ветра – 5%) и северо-западе (юго-восточное направление ветра – 5%) от промплощадок месторождений. Также необходимо установить среднее значение загрязнения снежного покрова, для этого назначаются объединенные пробы вокруг промплощадок, на расстоянии от 10 до 50 эффективных высот факельных установок. Эти пробы состоят из 8 точечных проб, которые отбираются по всем направлениям ветра (по румбу).

Фоновый пункт пробоотбора снега обычно располагается в непосредственной близости (в пределах 100 м) от фонового пункта отбора проб воздуха.

 $\ddot{\rm B}$ соответствии с таким расположением пунктов создается наиболее общая картина загрязнения и фонового состояния снежного покрова и, как следствие, — воздушной среды.

Обычно расстояние от промплощадки выбирается на расстоянии в 10 эффективных высот факельных установок, где концентрация большинства загрязняющих веществ достаточно высока и достигает максимальных значений.

1.1.5. Периодичность и сроки наблюдений

Обычно влияние выбросов вредных веществ от источников на месторождениях на атмосферный воздух минимальное, вследствие чего, согласно «Рекомендациям по основным вопросам воздухоохранной деятельности» /23/, периодичность наблюдений устанавливается в зависимости от категории опасности источник – загрязняющее вещество.

Сначала определяется категория опасности источник — загрязняющее вещество каждого источника выбросов в отдельности для каждого вредного вещества, потом устанавливается периодичность отбора, исходя из максимальной категории опасности источник — загрязняющее вещество. На-

пример, факел высокого давления относится ко II категории опасности источник — загрязняющее вещество по диоксиду азота, а котельная — к I категории, следовательно, периодичность контроля воздушной среды проводится 4 раза в год /23/. Ниже приведена форма заполнения таблицы для расчета категории опасности источник — загрязняющее вещество (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Форма для заполнения таблицы «Определение категории источника выбросов»

| Наимено- вание источника | | См. р., г/с | ПДК р.з., мг/м³ | Высота источника, м | qi, в долях ПДК | Φ | Q | Категория «источник – загрязняющее вещество» |
|--------------------------------|---|-------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |

Примечание: См. p. — выброс загрязняющего вещества; $\Pi \not \square K p$. 3. — максимально разовая $\Pi \not \square K p$ рабочей зоны; qi — максимальная расчетная приземная концентрация вещества по всем режимам выброса и метеоусловиям; Φ и Q — рассчитанные параметры, характеризующие влияние выброса определенного вещества из источника на загрязнение воздуха прилегающих K предприятию территорий /23/.

Время проведения контроля выбирают по возможности в момент ожидаемого максимального выброса как в течение суток, так и в течение года.

1.2. Отбор и лабораторный анализ вредных веществ в атмосферном воздухе

1.2.1. Отбор проб воздуха для определения концентрации вредных примесей

Параллельно с отбором проб воздуха на загрязнители определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, атмосферное давление, состояние погоды и подстилающей поверхности. Метеопараметры определяются для сравнения измеренных концентраций и концентрации при нормальных условиях.

При выполнении подфакельных наблюдений наиболее существенная часть работы — установление направления движения воздушного потока от факела и местоположения пунктов отбора проб. Направление выброса вредных веществ от факела определяют визуально, по направлению распространения дыма. Если дымовое облако отсутствует, то направление движения продуктов сгорания газа на факеле определяют по направлению ветра, по запаху вредных веществ, характерных для обследуемого источника, и по видимым факелам близлежащих источников.

Местоположение пунктов, в которых производят отбор проб воздуха, меняется в зависимости от направления ветра. В случае изменения направления ветра наблюдения перемещаются в направлении зоны влияния факела.

Измерения проводят в центральных (осевых) пунктах, расположенных по оси направления ветра от факела на различных расстояниях от источника выброса и в пунктах слева и справа (10 м от осевых пунктов) от линии, перпендикулярной оси направления выбросов продуктов сгорания газа на факеле.

Отбор проб и измерения проводят на высоте 1,5 м от поверхности земли. Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций примесей составляет 20–30 мин.

Для определения концентраций загрязняющих веществ используют инструментальные, инструментально-лабораторные и индикаторные методы.

Инструментальный метод базируется на применении переносных и стационарных газоанализаторов. Работа переносных газоанализаторов (ПГА) основана на фотоколориметрическом, электрохимическом и термохимическом методах газового анализа. Применение ПГА позволяет существенно сократить время пробоотбора, получить результат на месте и исключить анализ проб в лаборатории.

Индикаторный метод основан на применении селективных индикаторных элементов (индикаторных трубок), изменяющих свою окраску в зависимости от концентрации загрязняющих веществ в отбираемой пробе воздуха. Примером использования индикаторного метода может служить прибор УГ-2.

Инструментальный и индикаторный методы являются экспрессными.

Инструментально-лабораторный метод основан на отборе проб с помощью пробоотборных систем и последующим анализом проб в химических лабораториях. Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества, или через аэрозольный фильтр при определении содержания сажи в воздухе. Таким образом, определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре. Параметры отбора проб, такие, как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра устанавливают в зависимости от определяемого вещества (табл. 1.2).

На месте отбора проб составляют акт отбора проб, где указывают (в зависимости от метода отбора):

- номер пробы,объект отбора проб,место отбора проб,
- цель отбора проб,
- регламентирующие документы, нормативные документы,

Параметры отбора проб атмосферного воздуха для определения концентраций вредных примесей

| р _{родин} о примочи | Условия отбора проб | | |
|------------------------------|------------------------------|--|--|
| Вредные примеси | Объем пробы, дм ³ | Скорость аспирации, дм ³ /мин | |
| 1. Оксид углерода | 1,5 | Не регламентируется | |
| 2. Оксиды азота | 5 | 0,25 | |
| 3. Сажа | 20 | 1 | |

- вид отбираемой пробы,
- способ отбора пробы,
- количество параллельно отбираемых проб,
- время начала и конца отбора проб,
- расход воздуха и объем протянутого воздуха,
- номера поглотительных приборов и фильтров,
- метеорологические условия при отборе проб,
- хранение пробы (способ консервации),
- дату и время передачи проб в лабораторию,
- примечания.

Акт отбора проб должен быть заверен подписью лиц, отобравших и принявших пробу. В случае отбора проб приглашенными специалистами или сотрудниками контролирующих органов необходимо иметь представителя организации-природопользователя.

1.2.2. Характеристика газоанализаторов

Существенно облегчает осуществление Программы экологического мониторинга применение переносных газоанализаторов.

С помощью фотоионизационного газоанализатора КОЛИОН-1В определяют содержание в атмосферном воздухе метана, предельных углеводородов C_1 - C_5 . Применение электрохимического газоанализатора КАСКАД-511.2-1 позволяет определять содержание в воздухе оксида углерода. Содержание оксидов азота определяют электрохимическим газоанализатором КАСКАД-511.2-3. Перечисленные газоанализаторы имеют встроенные аккумуляторы и рассчитаны для работы в полевых условиях в течение 4—6 часов.

Газоанализатор ГАНГ-4 позволяет проводить измерение концентрации в воздухе следующих 3B: диоксид азота, углерода оксид, углеводороды, аммиак, хлор, озон, фенол, формальдегид и др. В нем использованы сухие

реактивные ленты, электрохимические, термокаталитические или полупроводниковые датчики.

Портативный двухкомпонентный газоанализатор ПГА-К сочетает в себе достоинства несменяемых – оптического (CH_4 , CO) и электрохимического (H_2S , CO, NH_3 , SO_2 , NO_2 , NO) датчиков.

Для отбора проб можно использовать электроаспираторы ЭА-1А, ПУ со встроенным аккумулятором, аспираторы с программируемым автоматическим отбором проб воздуха ОП-442 ТЦ, ручные аспираторы АМ-5.

Для проведения метеорологических наблюдений применяют различные многофункциональные приборы типа метеометра МЭС-2.

1.2.3. Лабораторный анализ вредных веществ атмосферного воздуха

Анализ загрязнения атмосферы не всегда требует большой чувствительности метода, однако, несомненно, требует большой избирательности. В области контроля и анализа воздуха имеется достаточный выбор методик, утвержденных государственными комитетами РФ по гидрометеорологии и охране природы (табл. 1.3).

Все эти методики основаны на использовании таких физико-химических и физических методов, как фотоколориметрия, люминесценция, потенциометрия и газовая хроматография.

Выбор метода определения вредных веществ зависит от диапазона измеряемых концентраций и необходимого приборного оснащения.

В каждой методике по установлению концентрации вредной примеси наряду с принципом метода измерения указаны конкретные средства измерения, с применением которых она разработана. Однако по мере совершенствования приборов допускается переход на другую методику измерения данного вещества или группы /10/.

Таблица 1.3 Методы определения концентрации некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе

| Вредное вещество | Диапазон измеряемых концентраций, мг/м ³ | Документ по методу анализа |
|--------------------------------------|---|--|
| Оксид и диоксид азота из одной пробы | 1,40–2,2 0,01–10,00 1–10000 | РД 52.04.186-89 /10, с. 109/ РД 52.04.186-89 /10, с. 321/ |
| Оксид углерода | 0,75-50,00 | РД 52.04.186-89 /10, c. 323/ |
| Сажа | 0,025-1,00 | РД 52.04.186-89 /10, c. 657/ |

При выполнении работ по отбору и анализу проб воздуха следует соблюдать определенные требования, предъявляемые к помещению и оборудованию лаборатории, квалификации оператора, подготовке сорбционных трубок и аэрозольных фильтров, выполнению и точности измерений, а также к вычислению результатов измерений /10/. Применяемые средства измерений должны быть поверены (аттестованы) в установленные сроки, иметь свидетельство о поверке. По требованию ГОСТ Р 8.563-96 /24/ измерения должны проводиться аккредитованной лабораторией.

1.2.4. Ориентировочные затраты времени на проведение анализов проб атмосферного воздуха

Затраты времени на отбор проб и получение результатов в одном пункте пробоотбора (отбор одной пробы -20 мин, измерение проводят в трех параллелях на одно вещество) при использовании $\Pi\Gamma A$ составляют 3 часа.

При использовании инструментально-лабораторного метода затраты времени на отбор составляют 8 часов /10/, плюс затраты времени на подходы к пунктам пробоотбора, на доставку проб и проведение анализов.

Таким образом, применение ПГА существенно сокращает время и упрощает получение результатов измерений концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

1.2.5. Организация наблюдений и отбор проб на снегомерных маршрутах, предварительная обработка проб

Для отбора проб снега используются следующие вспомогательные устройства и материалы: стандартный снегомер-плотномер, снегомерная рейка; полиэтиленовый пакет вместимостью $10-12~{\rm дm}^3$ или полиэтиленовое ведро с крышкой для пробы снега; полиэтиленовая пленка — подкладка под крышку ведра размером $50 \times 50~{\rm cm}/10/$.

Количество кернов снега в пробе определяют на месте, исходя из условия получения общего объема воды в одной пробе не менее 2,5 дм³, может быть вычислено по формуле:

$$n = 200/h + 1$$
,

где h – средняя высота снежного покрова на маршруте.

Следует избегать захвата снегомером частиц грунта. Перед ссыпанием снега в полиэтиленовое ведро или пакет необходимо тщательно очистить нижний конец снегомера и снежного керна от грунта и растительных включений. Разрешается уплотнение снега в ведре или пакете руками через полиэтиленовую пленку.

После отбора пробы снег подвергают следующей обработке: переносят в стаканы, растапливают его при комнатных условиях. Если позволяют условия, пробу можно отфильтровать: по мере накопления талой воды в стаканах ее сливают на фильтр, при этом необходимо следить, чтобы воронка была заполнена водой не более чем на 3/4 высоты. Отфильтрованную талую воду (фильтрат) переливают в бутылки, при этом фиксируют общий объем талой воды. По окончании фильтрования талой воды, когда замерен ее объем, тщательно переносят осадок твердых частиц на фильтр. Затем стаканы ополаскивают небольшой порцией фильтрата (из бутылок) объемом 10–15 см³, слегка взбалтывают у дна стакана, не размазывая осадок по стенкам, и резким движением выливают раствор на фильтр. Для пересылки в химическую лабораторию отливают в стеклянные или полиэтиленовые бутылки в количестве, необходимом для проведения анализов. По окончании процесса фильтр с осадком оставляют в воронке для просушки в течение суток. Просушенный фильтр осторожно извлекают пинцетом из воронки, складывают и вкладывают в пакет с этикеткой, на которой указана предварительная масса фильтра и место пробоотбора. Не сворачивая, пакет упаковывают в бумагу или помещают в конверт. К пакету с фильтром и ящику с бутылками прилагается один экземпляр паспорта отбора проб снега. Упакованный фильтр с осадком и фильтрат в бутылках пересылается в химико-аналитическую лабораторию.

Ориентировочное количество времени на отбор и подготовку одной пробы снега составляет 5 часов: 1 час — непосредственно пробоотбор, 4 часа — подготовка пробы к анализу (растапливание и фильтрация).

1.3. Рекомендации по организации службы мониторинга за атмосферным воздухом

Согласно Положению /25/, контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу осуществляет группа контроля атмосферного воздуха предприятия из службы главного инженера.

Группа контроля атмосферного воздуха выполняет следующие функции:

- составляет перечень источников организованных выбросов, для которых установлены ПДВ или временно согласованные выбросы, и неорганизованных источников со значительными выбросами;
- составляет перечень веществ, для которых в проекте ПДВ установлены нормы выбросов в целом по месторождению;
- составляет график контроля выбросов вредных веществ в приземном слое атмосферы в соответствии с нормативами ПДВ. Контроль осуществляют инструментальными замерами. Графики контроля предварительно согласовывают с местными органами управления природных ресурсов, их утверждает главный инженер предприятия;

- осваивает методики количественных определений величин выбросов и концентраций нормируемых загрязняющих веществ в контрольных точках;
 - выполняет требования метрологии при проведении измерений;
- ведет журналы первичного учета стационарных источников загрязнения атмосферы, характеризующих загрязнение воздуха прилегающих к предприятию территорий;
- ведет журнал учета выполнения мероприятий по охране атмосферного воздуха;
- предоставляет руководству предприятия и контролирующим органам в согласованные сроки результаты контроля выбросов от источников в приземном слое атмосферы и соблюдения норм выбросов загрязняющих веществ, установленных в целом по месторождению.

Ответственность за правильность организации и достоверность результатов контроля, а также ведение первичной учетной документации несут главный инженер и служба охраны окружающей среды предприятия.

Группа контроля за выбросами может входить в состав:

- лаборатории по охране природы;
- промышленно санитарной лаборатории;
- другого подразделения, на которое возложено обеспечение службы охраны атмосферного воздуха.

Служба экологического мониторинга за состоянием атмосферного воздуха организуется на базе действующих лабораторий или для этой цели могут привлекаться компетентные подрядные организации и предприятия, имеющие право организации и ведения мониторинга.

Глава 2. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Основная задача мониторинга за радиационной обстановкой – наблюдение и предупреждение вредного воздействия радиации на организм человека и различные объекты природной среды (почву, воду, воздух, биоту и т.д.).

Оценку радиационно-экологической обстановки территорий и участков местности предопределяет характеристика естественного уровня внешнего гамма-излучения от природных и техногенных источников, которая, в свою очередь, зависит от содержания природных и искусственных радионуклидов (эффективная удельная активность радионуклидов, $A_{Эфф}$) в объектах природной среды.

2.1. Объекты радиоэкологического мониторинга, основные источники облучения и факторы, предопределяющие радиационную обстановку

Радиационную опасность для человека представляют как искусственные (техногенные), так и природные (естественные) источники ионизирующего излучения. Долгое время считалось, что основную радиационную опасность представляют искусственные (техногенные) радионуклиды – следствие испытаний ядерного оружия, деятельности предприятий ядернотопливного цикла, использования радиоизотопных источников в промышленности и т.п. К настоящему времени установлено, что основную роль в облучении населения играют не техногенные, а природные (естественные) источники радиационного излучения (ЕРН) /26/.

Добываемая нефть и сопутствующие нефте- и газодобыче технологические жидкие среды, как правило, содержат в определенном количестве радионуклиды, принадлежащие к цепочкам распада природных радиоактивных веществ урана-238 и тория-232. Эти материнские ЕРН имеют очень большие периоды полураспада (238 U – 4,77·10⁹ лет; 232 Th – 1,405·10¹⁰ лет) и присутствуют в земной коре повсеместно в концентрациях, зависящих от типа горной породы. В процессе их радиоактивного распада образуются дочерние ЕРН с различными физическими свойствами, типом распада и периодом полураспада, видом и энергией излучения, а также с различными химическими свойствами отлельных химических элементов /27/.

Нефть, газ и пластовые воды, контактируя с породами, растворяют и содержат в своем составе многие химические вещества, включая природные радионуклиды радия-226, тория-232 и калия-40. При добыче нефти происходит вынос этих радиоактивных веществ на дневную поверхность, где их количественное содержание может варьироваться от незначительного превышения естественного фона до величин, опасных для здоровья работников промысла и объектов природной среды /28/.

На рабочих местах по технологическому процессу добычи и первичной переработки минерального органического сырья основными природными источниками облучения работников организаций нефтегазового комплекса (НГК) в производственных условиях могут быть /29/:

- промысловые воды, содержащие природные радионуклиды;
- загрязненные природными радионуклидами территории (отдельные участки территорий) нефтегазодобывающих и перерабатывающих организаций:
- отложения солей с высоким содержанием природных радионуклидов на технологическом оборудовании, на территории организаций и поверхностях рабочих помещений;
- производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов;
- загрязненные природными радионуклидами транспортные средства и технологическое оборудование в местах их ремонта, очистки и временного хранения;
- технологические процессы, связанные с распылением воды с высоким содержанием природных радионуклидов;
- технологические участки, в которых имеются значительные эффективные площади испарений (открытые хранилища и поля испарений, места утечек продукта и технологических вод, резервуары и хранилища продукта и др.) и возможно интенсивное испарение отдельных фракций нефти, аэрация воды и т.п.;
- технологические процессы, в результате которых в воздух рабочих помещений могут интенсивно поступать изотопы радона (²²²Rn и ²²⁰Rn), а также образующиеся из них короткоживущие дочерние продукты;
- производственная пыль с высоким содержанием природных радионуклидов в воздухе рабочей зоны;
- в некоторых случаях источником внешнего облучения могут оказаться и используемые баллоны со сжиженным газом (при высоких концентрациях радона в газе источниками гамма-излучения являются дочерние продукты радона 214 Pb и 214 Bi).

Главным источником внешнего облучения является радий-226, гаммакванты которого обладают энергией, достаточной для проникновения через стенки загрязненных изнутри труб, оборудования и емкостей. Значения мощностей доз от загрязненного ЕРН оборудования зависят от количества и удельной активности отложений и защитных свойств стенок оборудования и могут достигать 100 м3в/ч, что почти в 1 000 раз превышает нормальные фоновые значения, обусловленные космическим и земным излучением.

Существенный вклад в радиационную составляющую нефти и сопутствующих сред может вносить природный радионуклид калий-40, не входящий в цепочки распада урана и тория. Физические характеристики радионуклидов, определяющие основную часть радиоактивности производственной смеси нефти, газа и воды, приведены в табл. 2.1 /27/.

Таблица 2.1 Физические характеристики основных ЕРН, сопровождающих добычу, переработку и транспортировку нефти

| Нуклид | Период полураспада | Вид излучения | Главные продукты распада |
|------------|--------------------|---------------|--------------------------|
| Радий-226 | 1600 лет | Альфа | Радон-222 (газ) |
| Радон-222 | 3,84 суток | Альфа | Короткоживущие |
| Свинец-210 | 22,3 года | Бета | Полоний-210 |
| Радий-228 | 5 лет | Бета | Торий-228 |
| Торий-228 | 1,9 года | Альфа | Радий-224 |
| Радий-224 | 3,7 суток | Альфа | Короткоживущие |

Внутреннее облучение от ЕРН в процессе нефтегазодобычи возможно при ингаляции или поступлении радионуклидов внутрь организма через желудочно-кишечный тракт во время работы со вскрытым оборудованием при его ремонте или очистке, а также при контакте с отходами и загрязненным оборудованием.

Нефтегазодобывающие предприятия, помимо основного вида деятельности, проводят целый комплекс работ по строительству производственных и жилых объектов, дорог, обустройству мест нефтегазодобычи и жилых городков, обеспечению работников и населения питьевой водой и т.д.

Все используемые для этих целей природные среды содержат в той или иной степени ЕРН, от уровней удельных активностей которых зависит величина дополнительной годовой эффективной дозы облучения. В общем случае в природных строительных материалах могут находиться все радионуклиды цепочек распада урана-238 и тория-232, а также калий-40 /27/.

Содержание указанных ЕРН значительно варьирует в зависимости от типа строительного материала и места его добычи. В табл. 2.2 приведено среднее содержание ЕРН в строительных материалах /27/.

Таким образом, радиационную обстановку на территориях нефте- и газодобывающих предприятий определяют следующие факторы:

 $\label{eq:Taffine} T~a~ff~n~u~u~a~2.2$ Среднее содержание ЕРН в строительных материалах

| Мотопуск | Удельная активность радионуклидов, Бк/кг | | | | |
|----------------------|--|-----------|----------|---------------------------|--|
| Материал | Радий-226 | Торий-232 | Калий-40 | $A_{ eg \varphi \varphi}$ | |
| Песок | 27,7–34,3 | 6,8–7,8 | 161–244 | 52–64 | |
| Глина | 92,9-102,8 | 48,2 | 616–649 | 211–218 | |
| Грунт | 30,1 | 11,1 | 284 | 168 | |
| Кирпич керамический | 82,6 | 33,6 | 506 | 170 | |
| Кирпич силикатный | 30,5 | 10,5 | 215 | 62 | |
| Гипсобетон | 31,1 | 5,9 | 167 | 53 | |
| Бетон М-200 | 110 | 30,0 | 547 | 195 | |
| Щебень | 118 | 59,7 | 999 | 282 | |

- поступление на поверхность нефти, газа и пластовых вод;
- отложение солей с высоким содержанием природных радионуклидов на технологическом оборудовании, на территории организаций и на поверхностях рабочих помещений;
- технологические процессы, связанные с распылением воды с высоким содержанием природных радионуклидов;
- образование производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов;
- отсыпка песком и гравием с повышенным содержанием ЕРН дорог и технологических площадок промысла;
- строительство производственных и жилых объектов из материалов с повышенным содержанием ЕРН;
- загрязнение природными радионуклидами транспортных средств и технологического оборудования в местах их ремонта, очистки и временного хранения;
- особенности формирования геологических формаций данной территории;
- эпигенетические процессы перераспределения радиоэлементов в районах нефте- и газообразования;
- недостаточность применяемых мер (или их отсутствие) по утилизации пластовых вод, удалению радиоактивных отложений с оборудования и безопасности дальнейшего обращения как с отложениями, так и с загрязненным радиоактивными веществами оборудованием, грунтом и пластовыми водами.

Объектами радиоэкологического мониторинга на предприятиях нефтегазодобывающей отрасли являются территории промыслов со всем комплексом площадок добычи, технологической подготовки и транспортировки нефти, демонтированное нефтепромысловое оборудование, рабочие места (характерные места постоянного и периодического пребывания персонала, включая помещения и профессиональные маршруты), а также производственные отходы, сформированные в партию для выполнения контроля.

2.2. Контролируемые показатели, методы и практическое осуществление мониторинга за радиационной обстановкой

Радиоэкологический мониторинг на предприятиях нефтегазового комплекса выполняется в соответствии с требованиями федерального закона «О радиационной безопасности населения» и ведомственными нормативнометодическими и инструктивными документами в соответствии с нормами радиационной безопасности НРБ-99 (СП 2.6.1.758-99) /30/, основными правилами обеспечения радиационной безопасности /31/, а также руководством по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ по добыче, подготовке и транспортировке нефти и газа /27/.

Согласно /27/ радиационно-экологический мониторинг включает следующие виды работ:

- идентификацию объекта и составление его масштабной схемы;
 радиометрическое обследование с помощью высокочувствительного поискового радиометра;
- назначение контрольных точек измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД):
- регулярные измерения МЭД внешнего гамма-излучения в наиболее характерных местах радиационного загрязнения;
- исследование проб почв на содержание природных и техногенных радионуклидов;
 - сбор, хранение, пополнение и обработку данных;
- оценку и прогнозирование радиационной обстановки, количественных и качественных показателей радиационного фона.

Перечень контролируемых показателей при проведении радиационноэкологического мониторинга определен нормативными документами и учитывает все подлежащие контролю источники излучения /28/.

Контролируемыми показателями при радиационном исследовании явпяются:

- МЭД внешнего гамма-излучения;
- удельная активность естественных и искусственных радионуклидов в объектах природной среды и строительных материалах.

Основным контролируемым показателем при радиационном исследовании территорий и участков местности служит характеристика естественного уровня внешнего гамма-излучения, которую определяют путем измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД-D), мкЗв/ч.

Для измерения МЭД внешнего гамма-излучения применяют дозиметры, допущенные к таким измерениям в установленном порядке, с нижним пределом измерений не более 0,1 мкЗв/ч, цифровой индикацией и действующим свидетельством о поверке (например: ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, EL-1101, ДКС-96, МКС-01Р, РЗС-10НЗ и др.). С целью осуществления эффективного мониторинга для контролируемых показателей устанавливаются контрольные уровни, которые обеспечивают гарантию ограничения основных пределов доз и сведения уровня облучения до минимального.

Для характеристики полного дозиметрического эффекта от всех источников гамма-излучения определяют суммарную $MЭД-D_j$.

Суммарную D_j измеряют, размещая датчик дозиметра в контрольной точке. Число наблюдений должно составлять 7–10. Значение D_j находят как среднее арифметическое полученного ряда наблюдений /32/:

$$D_{j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} D_{i}$$

где n – количество измерений в контрольной точке, Di – показание дозиметра при j-ом измерении.

Мощность эквивалентной дозы в контрольном пункте (D) определяют как среднее арифметическое значение по контрольным точкам:

$$D = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} D_{j},$$

где т—число контрольных точек, D_j — $MЭД_{cp.}$ в контрольной точке при j-ом измерении.

После обработки результатов значение уровня МЭД в контрольных пунктах сопоставляют с соответствующими значениями гамма-фона для открытых территорий России (от 0,10 до 0,20 мкЗв/ч) и дают заключение о радиационной обстановке на исследованной территории.

Расчет эффективной годовой дозы (ЭГД) производят как сумму эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения с ожидаемой эффективной дозой внутреннего облучения, полученной за календарный год.

Доза внутреннего облучения за счет ингаляционного поступления ЕРН с производственной пылью определяется радионуклидным составом и удельной активностью пылящего материала и самой пыли, общей запыленностью воздуха производственной зоны и временем работы в конкретных условиях, применением средств индивидуальной защиты органов дыхания и др. В свою очередь, радионуклидный состав и удельная актив-

ность пыли, а также общая запыленность воздуха зависят от параметров технологических процессов, температурного режима работ, используемых химических реагентов, дисперсности и объема материала, используемого в работе и т.п.

Так как техногенные и естественные радионуклиды находятся в возбужденном состоянии, и при переходе в состояние с меньшей энергией возникает гамма или бета-излучение, для более детального изучения радиационной обстановки выполняют в лабораторных условиях, гаммаспектрометрическим анализом исследование объемных образцов (почвенных проб) на содержание естественных и техногенных радионуклидов /33/.

Эффективная удельная активность ($A_{9\varphi\varphi}$) ЕРН в почвах и строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленый камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также в отходах промышленного производства, используемых для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и пр.), не должна превышать /30/:

• для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях ($I \kappa nacc$):

$$A_{abb} = A_{Ra} + 1.3A_{Th} + 0.09A_{K} \le 370 \text{ BK/KF},$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельные активности 226 Ra и 232 Th, находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, A_K – удельная активность 40 K (Бк/кг);

• для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (*II класс*):

$$A_{9\varphi\varphi} \le 740$$
 Бк/кг;

• для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (*III класс*):

$$A_{9\phi\phi} \le 1,5 \text{ кБк/кг.}$$

Оценку потенциальной радоноопасности следует проводить на основе анализа имеющихся материалов территориальных геологических фондов Министерства природных ресурсов РФ /34/.

При наличии предпосылок потенциальной радоноопасности территории объемная активность (концентрация) радона в почвенном воздухе определяется посредством стандартной эманационной съемки с использованием универсальных радиометров радона.

На объектах нефтяных и газовых месторождений пункты мониторинга за радиационной обстановкой располагают в местах, наиболее свойствен-

ных для радиоактивного загрязнения (территории УПСВ и ДНС, подфакельные площадки, нефтешламовые амбары и др.), а также в радиационно чистых местах (участки территории с отсутствием техногенной нагрузки), характеризующих естественный радиационный фон.

В первую очередь выполняют рекогносцировочное обследование территории месторождения, чтобы оценить его доступность для разбивки сети контрольных точек с целью проведения измерений, а также согласуют доступ персонала и график работы.

При расположении пунктов наблюдения за радиационной обстановкой учитывают рельеф местности, преобладающее направление розы ветров в районе проведения работ и размещение основных техногенных объектов, влияющих на состояние радиационного фона территории месторождения.

Исследования выполняют методом конверта, который дает возможность получить наиболее полную информацию о радиационной обстановке на данном участке. На исследуемой территории (в контрольном пункте) разбивают 5 контрольных точек исходя из особенностей рельефа и подстилающих почвообразующих пород. Расстояние между точками около 50 м. В каждой точке выполняют 7–10 измерений.

При необходимости, согласно п. 5.34 /34/, в местах с повышенным риском радиоактивного загрязнения территория месторождения должна быть подвергнута радиационной съемке по сетке с шагом не более 50 м. В зонах выявленных аномалий гамма-фона интервалы между контрольными точками должны последовательно сокращаться до размера, необходимого для оконтуривания зон с повышенным фоном.

При обнаружении участков с повышенной мощностью эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения проводят радиометрическое опробование объектов природной среды (почвы, грунты различных типов ландшафтов, поверхностные и подземные воды в зоне действующих водозаборов, донные осадки водоемов) и техногенных объектов (карьеры, шламонакопители, полигоны твердых бытовых отходов и др.). Пробы подвергают в лаборатории гамма-спектрометрическому или радиохимическому анализу для определения радионуклидного состава загрязнений и их активности.

Мониторинг за радиационной обстановкой осуществляется группой из двух человек: оператора и специалиста-руководителя /32/.

Специалист – руководитель формирует задание оператору на выполнение измерений на конкретном объекте, назначает контрольные пункты для дозиметрических измерений, оконтуривает зону соответствия контрольного уровня и устанавливает контрольные пункты (точки) для пробоотбора.

Оператор идентифицирует объект (место расположения, габариты, вид отходов и др.), составляет его масштабную схему с маршрутными линиями (при необходимости), выполняет дозиметрические измерения в контрольных пунктах, составляет рабочий протокол этих измерений, выполняет радиометрическое обследование объекта (при необходимости) и отмечает на масштабной схеме показания радиометра (дозиметра) в узлах решетки.

После проведения измерений специалист-руководитель обрабатывает результаты, применяет критерии соответствия, оформляет официальный протокол контроля объекта. В камеральных условиях анализирует результаты измерений, составляет отчет по результатам мониторинга и дает оценку радиационной обстановки на территории месторождения.

2.3. Мероприятия, рекомендуемые для снижения риска радиационного загрязнения нефтегазодобывающих предприятий

Для устранения возможного радиоактивного загрязнения объектов природной среды, сведения дозы облучения работающих до минимума, а также предупреждения радиоактивного загрязнения нефтедобывающего оборудования, разноса радионуклидов по служебным помещениям и территории нефтедобывающих предприятий рекомендуются следующие мероприятия /28/:

- первичное обследование промысла для оценки радиационной обстановки на предприятии. Для выявления отложений радия-226 на трубах и оборудовании используются дозиметры и радиометры. При выявлении повышенного радиоактивного фона местности, а также дополнительного присутствия радионуклидов на оборудовании, превышающих фоновые значения в 2 раза и более, администрация предприятия по согласованию с территориальным органом Госсанэпиднадзора устанавливает контрольные уровни по нормализации радиационной обстановки. Если результаты обследования не выявили радиоактивного загрязнения, то его следует повторять с периодичностью 1 раз в год, поскольку радиационная обстановка может изменяться в процессе эксплуатации месторождения;
- обязательное определение мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения на шламонакопителях, подфакельных площадках и в местах технологической переработки нефти;
- проведение спектрометрических исследований радионуклидного состава и удельной активности проб нефти, пластовой воды и грунта территории месторождения перед началом эксплуатации новых скважин, сменой технологии, выполнением ремонтных работ, а также в местах пролива нефти и межпластовых вод;
- определение содержания радона-222 и его дочерних продуктов распада в воздухе производственных помещений, связанных с ремонтом и хранением нефтепромыслового оборудования;
- обязательный контроль при приеме на ремонтную базу или склад отработанных насосно-компрессионных труб на наличие радиационного загрязнения;
- проектирование экологического мониторинга за радиационной обстановкой для разрабатываемых участков месторождения.

Глава 3 МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Локальный экологический мониторинг почв осуществляется в соответствии с федеральным и региональным законодательством, нормативными документами и положениями, устанавливаемыми государственными уполномоченными органами, чтобы обеспечивать в процессе хозяйственной деятельности предприятия ОАО «Томскнефть» ВНК охрану окружающей среды, рациональное использование и восстановление природных ресурсов.

Для экологического мониторинга почв разрабатываемых месторождений Васюганской группы в 2000 г. были проведены инженерно-экологические изыскания, в ходе которых были изучены условия формирования и исходное состояние физических и физико-химических свойств почв фоновых (не подвергнутых техногенному воздействию) территорий.

3.1. Экологические условия формирования почв

Бассейн реки Васюган расположен в приледниковой зоне и представляет собой плоскую, сильно заболоченную, с обилием озер равнину, которая занимает все среднее и нижнее течение р. Васюган. Вся площадь, охватываемая рекою с юго-запада, запада и севера, представляет несколько повышенное Васюганское плато /35/. Почвообразующие породы территории имеют различный генезис: озерный, озерно-аллювиальный, аллювиальный, флювиогляциальный. На поверхности междуречий и надпойменных террас в долинах рек широко распространены озерно-болотные отложения. Повсеместно развиты также покровные отложения, чаще всего представленные лессовидными суглинками и глинами. Характерной чертой почвообразующих пород является их слоистость, повышенный гидроморфизм, обедненность карбонатами в пределах средней тайги и обогащенность – в южной. Литологические свойства пород во многих случаях благоприятны для развития оползневых процессов, болотообразования, суффозии, эрозии /36/. Особенностью гидрологического режима этой территории является замедленный поверхностный сток и слабый естественный дренаж грунтовых вод, что обусловлено слабым врезом речных долин, равнинным характером рельефа, тяжелым гранулометрическим составом и горизонтальным залеганием подстилающих пород. Все это, как указывает И.М. Гаджиев /37/, приводит к широкому развитию процессов заболачивания территории, медленному течению и сильному меандрированию рек.

Главные черты климата района исследования выражены в формулировке его типа: континентально-циклонический. Открытость территории с севера и юга приводит к большой годовой и междусуточной изменчивости температуры воздуха. Влияние континента проявляется в интенсивной трансформации воздушных масс, в большой повторяемости антициклонального типа погоды /38/. Соотношение осадков и испарения обусловливает возможность избыточного увлажнения территории /39/. С действием важнейших климатических показателей — тепла и влаги — тесно связано формирование и чередование почвенно-растительных зон. В ботанико-географическом отношении район исследования входит в состав бореальнолесной области, охватывает среднюю и южную части таежной зоны /40, 41/.

Эволюция почв гумидных областей равнинных слаборасчлененных территорий представляет собой замедленное развитие автоморфного почвообразования и ускоренное – гидроморфного. Многие исследователи таежной зоны Западно-Сибирской равнины /37, 42–45/ отмечают ее общую сильную заболоченность, а также прогрессирующее наступление болот на суходолы. Эта особенность во многом определяет свойства почв, состав и структуру почвенного покрова и географию почв в целом. Сложность и мозаичность почвенного покрова значительно видоизменяются в зависимости от рельефа и микрорельефа, процессов заболачивания, близкого залегания грунтовых вод. В ходе изучения почвенного покрова фоновых территорий, в соответствии с классификацией и диагностикой почв /46/, выделены следующие типы почв (табл. 3.1).

Таблица 3.1 Систематический список почв

| Тип | Подтип | Род |
|-------------------------------|---|---|
| Подзолистые | Глубокоподзолистые Дерново-подзолистые | Обычные Остаточно-карбонатные со вторым гумусовым горизонтом |
| Болотно-подзолистые | Торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные | Обычные |
| Болотные верховые торфяные | Болотные верховые тор- фяные | Обычные |
| Болотные низинные торфяные | Торфяно-глеевые | Оруденелые |
| Аллювиальные дерновые глеевые | Аллювиальные дерновые глеевые | Ожелезненые |

3.2. Методы проведения экологического мониторинга почв

Специфика почв как объекта мониторинга определяется их местом и функциями в биосфере. Почвенный покров служит конечным приемником большинства техногенных химических веществ, вовлекаемых в биосферу. Обладая высокой емкостью поглощения, почва является главным аккумулятором, сорбентом и разрушителем токсикантов. Представляя собой геохимический барьер на пути миграции загрязняющих веществ, почвенный покров предохраняет сопредельные среды от техногенного воздействия. Однако возможности почвы как буферной системы не безграничны. Аккумуляция токсикантов и продуктов их превращения в почве приводит к изменению ее химического, физического и биологического состояния, деградации и, в конечном итоге, разрушению. Эти негативные изменения могут сопровождаться токсичным воздействием почв на другие компоненты экосистемы — биоту (в первую очередь видовое разнообразие, продуктивность и устойчивость фитоценозов), поверхностные и грунтовые воды, припочвенные слои атмосферы /47/.

В различных литературных источниках рекомендуется начинать почвенный мониторинг с предварительной детальной характеристики почв /48–50/, включая фундаментальные свойства: подробное морфологическое описание, оценку химического, физического и биологического состояния почв. Предварительные почвенные исследования проводить за пределами контрольных участков. Также рекомендуется морфологическое описание почвенных профилей до глубины 80–100 см или горизонта С с указанием названия почвы в соответствии с классификацией, мощности почвенных горизонтов, их структуры, гранулометрического состава, каменистости, окраски, насыщенности корнями.

3.3. Объекты мониторинга

Нарушение целостности почв и грунтов начинается уже на этапе обустройства месторождений, когда прокладываются дороги и трубопроводы, оборудуются буровые площадки и строятся другие технические объекты. Происходит механическая трансформация природных систем на значительных территориях и одновременно «вклинивание» технических сооружений в природную среду. Любое техногенное воздействие вызывает ту или иную ответную реакцию, так как происходит смещение равновесий в природных системах /51/. Однако наиболее серьезные экологические последствия имеет все же химическое загрязнение природной среды, в том числе и почв, и оно составляет значительную долю всех негативных воздействий на природную среду в районах нефтегазодобычи /52/. Битуминозные вещества, поступающие в почвы с нефтью, устойчивы как миграционно, так и к микробиологическому разложению. По данным некоторых

исследователей /53/, для полного разложения нефтепродуктов в почвах таежной зоны требуется не менее 10–20 лет. Более того, во многих почвах нефтегазодобывающих районов Томской области процессы разложения нефти значительно замедлены в силу преобладающих в них восстановительных условий.

Глубина просачивания нефти по профилю в значительной мере зависит от гранулометрического состава — если в подзолистых почвах легкого состава (песчаных, супесчаных) она достигает 70 см, то в тяжелых — максимум 45 см. В условиях промывного водного режима этих почв легкие фракции нефти и легкорастворимые соли могут быть вынесены из почвенного профиля боковым надаллювиальным стоком вод, и тогда они будут аккумулироваться в подчиненных (супераквальных) ландшафтах. В последующем эти ландшафты могут служить источником вторичного загрязнения земель нефтепродуктами /54/.

В таких почвах, как торфяно-болотные, вследствие высокой сорбционной способности торфяного слоя нефть проникает максимально на глубину 20–30 см. В торфянисто-подзолисто-глеевых почвах нефть проникает только до глубины залегания глеевого горизонта (15–20 см), который является нефтеупорным. Но несмотря на это, некоторая часть нефтепродуктов вымывается атмосферными и грунтовыми водами и переносится на довольно значительные расстояния по уклону местности.

В пойменных почвах, преимущественно маломощных и легкого гранулометрического состава, нефть пропитывает весь профиль /55/. Это также грозит большим экологическим уроном, так как пролитая на пойменный рельеф нефть попадает в речную систему благодаря подъему уровня воды в весенние и осенние паволки.

В связи с выше перечисленными особенностями почвенного покрова пункты мониторинговых наблюдений охватывают наиболее распространенные на исследуемой территории типы подзолистых, болотно-подзолистых, болотных и аллювиальных почв.

Объектами мониторинга на территории лицензионных участков нефтегазовых месторождений, расположенных в пределах бассейна реки Васюган, послужили почвы/грунты контрольных участков, в различной степени испытывающие техногенную нагрузку, и фоновые пункты наблюдений, не испытывающие влияния промыслов.

При *рекогносцировочном обследовании* объектом мониторинга послужили территории месторождений в целом и участки загрязнения и деградации почв, а также линейные объекты, пункты пробоотбора и наблюдения.

При регулярном контроле обследованы почвы ненарушенного сложения на постоянных площадках наблюдения.

Постоянные (контрольные) площадки наблюдений на территории Васюганской группы месторождений включают в себя: зоны санитарной охраны водозаборных сооружений, вахтовых поселков, кустовых площадок, территории промзон УПН, ДНС, БКНС и т.д.

Размещение пунктов наблюдения проведено согласно нормативным документам /56–58/ и справочной литературе /59/. Каждый пункт отбора проб почвы обозначен на местности ярким указателем – табличкой, на которой указан порядковый номер места.

3.4. Контролируемые показатели, периодичность и календарные сроки отбора проб почв

Регулярному контролю подлежит состояние почв на основных объектах промыслов, на которых организованы площадки постоянных наблюдений. При проведении контроля состояния почв на стационарных (фоновых) площадках наблюдения проводится отбор проб почвы (грунта), выявляются участки деградированных и/или загрязненных почв и оценивается степень загрязнения или деградации почв (грунтов).

Выявление деградированных и/или загрязненных земель проводится путем маршрутного обследования территорий месторождений по существующим дорогам и трассам и дистанционным обследованием (аэрофотосъемка и космосъемка). Дистанционное обследование позволяет количественно характеризовать различные параметры и происходящие в почвах процессы путем измерения спектральной отражательной способности почв, определить местонахождение загрязненных участков и их площадь. Но хотя дистанционные оптические методы и позволяют получить быструю и большую по объему информацию, им должны предшествовать маршрутные наземные наблюдения, поскольку для дешифрирования обследований необходимы стандартные показатели отражательной способности почв, ее функциональной зависимости от состава почвы и контрольные измерения абсолютных величин измеряемых показателей. Помимо этого маршрутное обследование позволяет выявить структуру почвенного покрова, ландшафтно-геохимические барьеры, наиболее вероятные пути поверхностной и грунтовой (подпочвенной) миграции загрязняющих веществ.

На участках, имеющих признаки загрязнения, а также на фоновых участках проводится отбор проб почв (грунтов), которые доставляются в лабораторию для анализа. Результаты обследований, оформленные в виде заключений, находятся в отделе экологической безопасности ОАО «Томскнефть» ВНК.

С учетом категории земель и технологии производства контроль загрязнения почв на исследуемой территории оценивается по следующим показателям, приведенным в табл. 3.2.

Санитарно-гигиенический контроль включает в себя санитарно-гельминтологические, санитарно-бактериологические и санитарно-энтомологические показатели как показатели биологического загрязнения в результате хозяйственно-бытовой деятельности (1-й пояс зон санитарной охраны) водозаборных сооружений, вахтовых поселков, полигонов складирования твердых и жидких бытовых отходов.

 $\label{eq:Tadef} T\ a\ б\ \pi\ u\ ц\ a\ 3.2$ Перечень определяемых показателей и методик химического анализа почв

| № п/п | Определяемые показатели, единица измерения | Метод анализа | Нормативный документ на методики выполнения измерений (МВИ) |
|-----------------|---|--|---|
| 1 | Органическое вещество (гумус), % | Фотометрия по методу Тюрина в модификации ЦИНАО | ГОСТ 26213-91 /60/ |
| 2 | Зольность торфов/потеря при прокаливании, % | Гравиметрия | ГОСТ 27784-88 /61/ |
| 3 | рН водной вытяжки, ед. рН | Потенциометрия | ГОСТ 26423-85 /62/ |
| 4 | Сульфат-ион в водной вытяжке, мг/кг | Ионная хроматогра- фия | ПНД Ф 16.1.898 /63/ |
| 5 | Хлорид-ион в водной вытяжке, мг/кг | Ионная хроматография | ПНД Ф 16.1.898 /63/ |
| 6 | Обменный аммоний (по азоту), млн ⁻¹ | Фотометрия по методу ЦИНАО | ГОСТ 26489-85 /64/ |
| 7 | Нитраты (по азоту), млн ⁻¹ | Фотометрия по методу ЦИНАО | ГОСТ 26488-85 /65/ |
| 8 | Гигроскопическая влажность, % | Гравиметрия | Свидетельство УНИИМ № 241.103/02 /66/ |
| 9 | Нефтепродукты, г/кг | ИК-фотометрия | РД 52.18.575-96 /67/ |
| 10 | Электропроводность, мкСм/см | Кондуктометрия | ГОСТ 26423-85 /62/ |
| 11 | Тяжелые металлы: ки- слоторастворимые фор- мы кадмия, свинца, цинка, меди, мг/кг | Атомно-эмиссион- ный метод с атоми- зацией в индуктив- но-связанной арго- новой плазме | ПНД Ф 16.1:2:3:3.11-98 /68/ |
| 12 | Обменный марганец, млн ⁻¹ | Фотометрия | ГОСТ 26486-85 /69/ |
| 13 | Кислоторастворимые формы хрома, никеля, ванадия, мг/кг | Атомно-эмиссион- ный метод с атоми- зацией в индуктив- но-связанной арго- новой плазме | ПНД Ф 16.1:2:3:3.11-98 /68/ |

СанПиН 2.1.7.1287-03 /70/ определяет санитарно-эпидемиологические требования к организации и эксплуатации зон санитарной охраны (3CO) источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

Пункты наблюдений (фоновые участки, технологические площадки, места загрязнения), закладка почвенных разрезов/прикопок привязаны по карте (географические координаты определены с помощью GPS), указано и расположение относительно местных ориентиров, которые зафиксированы в исследовательском журнале.

Отбор, транспортировка и хранение проб почв производится согласно нормативной документации, ГОСТ /71–73/.

Учитывая особенности эксплуатации нефтегазовых месторождений бассейна р. Васюган и почвенно-экологические условия, регулярный контроль на постоянных площадках проводится не реже 1 раза в год – июнь—сентябрь.

Контроль участков загрязнения – 1 раз в 3 года.

Отбор проб проводится для оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения и для контроля загрязнения почв.

Отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов проводится 1 раз в год.

Для контроля санитарного состояния почв на территории расположения выгребов, мусорных ящиков и других объектов, занимающих небольшие площади, размер пробной площадки составляет не более 5×5 м.

Точечные пробы отбираются на пробных площадках из одного или нескольких слоев или горизонтов методом конверта, по диагонали или любым другим способом с таким расчетом, чтобы каждая проба представила собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы.

Точечные пробы из прикопок, полуям и разрезов отбираются ножом или шпателем.

Объединенные пробы составляют путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. Объединенные пробы отбирали на 3СО водозаборных сооружений, в вахтовом поселке.

Для химического анализа объединенная проба составляется не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг.

Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами — нефтью, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и др. — точечные пробы отбираются послойно с глубины 0–20 и 20–40 см массой не более 200 г каждая.

Для бактериологического анализа с одной пробной площадки компоновали 10 объединенных проб. Каждую объединенную пробу формирова-

ли из трех точечных проб массой от 200 до 250 г, отобранных послойно с глубины 0-5 и 5-20 см.

Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, в целях предотвращения их вторичного загрязнения отбираются с соблюдением условий асептики: стерильным инструментом, перемешиваются на стерильной поверхности и помещаются в стерильную тару.

Для гельминтологического анализа с каждой пробной площадки отбирается одна объединенная проба массой 200 г, составленная из десяти точечных проб массой 20 г каждая, отобранных послойно с глубины 0–5 и 5–10 см.

На каждую пробу заполняется сопроводительный талон. Образцы грунта нарушенного сложения, для которых не требуется сохранения природной влажности, укладываются в тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта. Вместе с образцом грунта нарушенного сложения внутрь тары укладывается этикетка (лавсановая бумага).

В процессе транспортировки и хранения почвенных проб были приняты меры по предупреждению возможности их вторичного загрязнения (загрязненные образцы не контактировали между собой и с незагрязненными).

Пробы почвы для химического анализа раскладывали на ровной поверхности и высушивали до воздушно-сухого состояния по /66/. Воздушно-сухие пробы хранили в матерчатых мешочках, в картонных коробках, в помещениях, где воздух имел относительную влажность 70–80% и температуру +2–10°С.

Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, упаковываются в сумки-холодильники и сразу доставляются в лабораторию на анализ. При невозможности проведения анализа в течение одного дня пробы почвы хранятся в холодильнике при температуре от 4 до 5°C не более 24 часов.

При анализе на кишечные палочки и энтерококки пробы почвы хранятся в холодильнике не более 3 суток.

Пробы почвы, предназначенные для гельминтологического анализа, доставляются в лабораторию на анализ сразу после отбора. При невозможности немедленного проведения анализа пробы хранятся в холодильнике при температуре от 4 до 5°C не более 7 суток.

Глава 4. МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Мониторинг поверхностных водных объектов на нефтяных месторождениях, расположенных на территории Томской области и Сургутского, Нижневартовского районов ХМАО осуществляется сотрудниками отдела экологии ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» с привлечением специалистовгидробиологов НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете (ТГУ).

Целью проведения мониторинга является решение следующих задач:

- систематическое получение данных о качестве поверхностных вод;
- обеспечение предприятий-природопользователей информацией о состоянии водных объектов и оперативное оповещение о выявленных резких изменениях гидрохимического режима.

Работы по наблюдению за состоянием поверхностных вод проводятся согласно утвержденным контролирующими организациями (территориальными природоохранными органами) программам экологического мониторинга (ПЭМ).

Программа мониторинга на конкретном месторождении разрабатывается на основе данных, полученных при проведении инженерно-эколо-

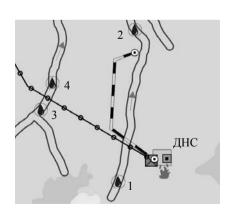


Рис. 4.1. Фрагмент карты-схемы

гических изысканий. В ПЭМ приводится гидрологическая характеристика водных объектов с обоснованием количества и расположения пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод, рассматриваются контролируемые показатели, периодичность и календарные сроки отбора проб, методики пробоотбора и анализа.

Обязательным приложением ПЭМ является карта-схема расположения контрольных пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод (рис. 4.1).

Размещение пунктов на- блюдения. Количество и распо-

ложение пунктов наблюдений за качеством поверхностных вод должны обеспечивать получение информации, необходимой для характеристики состояния водной среды исследуемой территории и миграции загрязнений.

Согласно РД 52.24.309-92 /75/ и РД 39-0147098-025-91 /76/, выбор пунктов отбора проб должен удовлетворять следующим требованиям:

- пункты наблюдений должны обеспечивать возможность отбора проб в течение всего года;
- пункты наблюдений следует располагать с учетом влияния основных загрязнителей;
- располагать пункты наблюдений следует с учетом времени добегания воды от предыдущего до последующего створа;
- сеть пунктов наблюдения должна охватывать по возможности все водные объекты, расположенные на территории месторождения. При наличии группы источников загрязнения верхний (фоновый)

При наличии группы источников загрязнения верхний (фоновый) створ располагают выше зоны влияния объектов промысла. Выбор створов ниже источника (или группы источников) загрязнения осуществляют с учетом комплекса условий, влияющих на характер распространения загрязняющих веществ в водотоке. Необходимо, чтобы нижний створ характеризовал состав воды в целом по сечению, т.е. был расположен в месте достаточно полного смешения. Между створами выше и ниже источников загрязнения могут быть установлены дополнительные створы, которые должны характеризовать влияние отдельных источников загрязнения.

Сравнение качества воды в фоновом створе и в створе, расположенном ниже источников загрязнения, позволяет судить о характере и степени влияния источников загрязнения.

Гидрохимические показатели качества природных вод в пунктах контроля сопоставляют с установленными нормами качества воды. Контролируемые показатели. Перечень контролируемых показате-

Контролируемые показатели. Перечень контролируемых показателей определяется согласно Правилам охраны поверхностных вод /77/, перечню рыбохозяйственных нормативов /78/, методическим указаниям /75, 79/ и составляется с учетом основных загрязняющих веществ, образующихся при разработке нефтяных месторождений.

Требования к контролируемым показателям состоят в следующем:

- информативность в отражении состояния воды и донных отложений как компонентов экосистемы;
 - чувствительность к смене экологической обстановки;
 - доступность методов аналитического определения;
 - сопоставимость полученных результатов.

Во всех пунктах наблюдений одновременно с контролем гидрохимических показателей проводят контроль по гидробиологическим показателям. Также во всех пунктах наблюдения отбирают и анализируют на со-

Также во всех пунктах наблюдения отбирают и анализируют на содержание загрязняющих веществ донные отложения. Загрязняющие вещества претерпевают различные химические превращения, взаимодействуют друг с другом и с компонентами экосистемы. В результате этого донные отложения могут стать источником вторичного загрязнения. Периодичность и календарные сроки отбора проб. Формирование химического состава поверхностных вод происходит под влиянием климатических условий /80/. Смена фаз водного режима в течение года, а также различие в водности обуславливают сезонные и многолетние изменения минерализации и химического состава поверхностных вод. Поэтому периодичность и календарные сроки отбора проб устанавливаются с учетом особенностей водного режима контролируемых водотоков и водоемов /75, 79/, путей поступления загрязняющих веществ в водные объекты и доступности пунктов наблюдений:

- зимняя межень последняя декада февраля первая декада марта;
- весенний паводок последняя декада мая первая декада июня;
- летне-осенняя межень последняя декада августа первая декада сентября;
 - перед ледоставом вторая декада октября.

Наиболее полными являются результаты наблюдений, проводимых в период весеннего половодья и дождевых паводков.

Отбор проб поверхностной воды. Отбор проб воды проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими требования и положения по отбору проб и пробоотборным устройствам.

Требования к отбору проб поверхностной воды для определения химического состава и физических свойств установлены в ГОСТ Р 51592-2000 /81/, ГОСТ 17.1.5.05-85 /82/, ГОСТ 17.1.4.01-80 /83/ и РД 39-0147098-025-91 /76/. Способ отбора проб определяется целями анализа и перечнем определяемых компонентов.

Пробы воды отбирают точечные или объединенные. Объединенную пробу воды получают, объединяя серию точечных проб, отобранных по пространственному или временному принципу.

Глубину отбора проб определяют с учетом глубины водного объекта. При глубине до 5 м пробу отбирают: летом — 0,2—0,3 м от поверхности воды, зимой — у нижней поверхности льда. При глубине от 5 до 10 м пробу отбирают объединенную, из двух горизонтов — у поверхности (0,2—0,3 м от поверхности воды) и в 0,5 м от дна.

В водоемах пробы воды отбирают не менее чем из трех створов, по возможности равномерно распределенных по его акватории с учетом строения береговой линии. Отбор проб проводят при помощи плавсредств.

В качестве пробоотборников могут быть использованы специальные пробоотборные устройства, а также стеклянные и пластиковые бутыли /79/.

На месте отбора проб заполняют паспорт отбора пробы.

В случае невозможности проведения анализа образцов воды в день отбора срок хранения проб может быть увеличен путем добавления консервирующих реагентов в соответствии с требованиями стандарта на метод анализа.

На месте отбора проб проводят визуальные наблюдения и измеряют температуру воды. Особое внимание при осмотре водного объекта обра-

щают на явления, необычные для водотоков и водоемов и часто свидетельствующие об его загрязнении: гибель рыбы и других водных организмов, растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, нефтяной пленки.

Отбор проб донных отложений. Пробы донных отложений отбирают в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 /84/ совместно с пробами воды. Одновременный отбор позволит провести сравнительный анализ содержания загрязняющих веществ в воде и донных отложениях.

Отбор проб проводят из центральных частей русел водотоков, на участках с замедленным течением и илистым дном.

Способ отбора проб зависит от определяемых в пробе показателей. Для определения нефтепродуктов пробы отбирают из поверхностного слоя донных отложений. Для определения содержания тяжелых металлов пробы отбирают по слоям донных отложений и объединяют в одну пробу (объединенная проба).

Для отбора проб применяют дночерпатель Петерсена. Из пробоотборника сливают воду, пробу помещают в полиэтиленовый пакет, этикетируют.

На месте отбора проб заполняют паспорт отбора пробы.

4.1. Методы физико-химического анализа проб поверхностной воды, донных отложений и почвы

При проведении мониторинга состояния окружающей природной среды требуется контролировать содержание десятков загрязнителей в разнородных объектах – в таких, как природные воды, почвы, донные осадки, атмосфера, – и в условиях, когда природа контролируемых соединений неизвестна вообще или исследуемые соединения присутствуют на уровне следов.

Такая специфика анализа послужила толчком к интенсивному развитию уже известных и к появлению новых методов химического анализа. В результате сформировалась фактически самостоятельная наука — аналитическая химия окружающей среды, со своей иерархией методов анализа, начиная с простейших «оценочных» и заканчивая сложными и дорогостоящими /85/.

В условиях многообразия методов анализа особое значение приобретают требования к методическому обеспечению и техническому оснащению лабораторий, осуществляющих мониторинг и производственный контроль загрязнения окружающей природной среды. Соблюдение этих требований должно обеспечить единство и требуемую точность результатов измерений, достоверность измерительной информации.

В соответствии с ГОСТ Р 8.589-2001 /86/ МВИ, применяемые при контроле загрязнения окружающей среды, должны быть аттестованы или стандартизованы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-96 /87/ и

зарегистрированы в Федеральном реестре методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

МВИ, допущенные к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды, дополнительно должны быть зарегистрированы в Федеральном перечне МВИ /88/.

Для некоторых компонентов аттестовано несколько вариантов определения, предполагающих использование как различных методов измерения, так и различных вариантов средств измерения, работающих по одинаковым принципам.

Применимость каждого конкретного метода определяется поставленной задачей и экономическими соображениями.

Методы анализа, используемые в лаборатории мониторинга природной среды ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК», представлены как классическими химическими методами — гравиметрия, титриметрия — так и современными инструментальными методами:

- оптическими (спектрофотометрия в видимой, УФ- и ИК-областях, атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектрометрия);
- электрохимическими (вольтамперометрия, кондуктометрия, ионометрия);
 - хроматографическими.

Специфика работы лаборатории, связанная со значительной удаленностью от мест отбора проб и большим количеством одновременно поступающих в лабораторию проб различных типов вод, почв, требует применения в лаборатории экспрессных и высокопроизводительных методов, позволяющих проводить определение компонентов на месте отбора проб или одновременно определять сразу несколько веществ в одной пробе.

Из всего многообразия аналитических методов, отвечающих вышеперечисленным требованиям, можно выделить электрохимический метод, методы жидкостной хроматографии, атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Некоторые показатели качества воды требуют определения на месте отбора проб. Для этих целей используют приборы, основанные на электрохимических методах анализа — потенциометрии, кондуктометрии, вольтамперометрии.

Электрохимические методы анализа основаны на изучении и использовании процессов, протекающих на поверхности электрода или в приэлектродном пространстве. Любой электрический параметр (потенциал, сила тока, сопротивление и др.), функционально связанный с концентрацией анализируемого раствора и поддающийся измерению, может служить аналитическим сигналом /89/.

Использование приборов, основанных на электрохимических методах, имеет ряд существенных преимуществ:

• портативность исполнения,

- возможность применения в полевых условиях,
- простота в эксплуатации,
- высокая специфичность и чувствительность анализа,
- высокая экономичность (незначительный расход реагентов).

Например, для измерения количества растворенного в воде кислорода существует несколько методов — метод титриметрии и электрохимический метод.

При определении растворенного кислорода методом титриметрии сразу после отбора пробы следует провести фиксацию кислорода, что требует выполнения определенных процедур и набора специальных реактивов. Окончание анализа проводят в лабораторных условиях.

Электрохимическим методом с помощью портативных микропроцессорных оксиметров достаточно лишь ввести в исследуемую воду зонд (электрод). Калибровка приборов автоматическая, по воздуху. Ряд приборов имеет автотермокомпенсацию, кроме того, можно установить значения атмосферного давления и солености для их автоматической компенсации, что обеспечивает более высокую точность измерений. В табл. 4.1 приведены метрологические характеристики портативных оксиметров фирмы NANNA.

Для экспрессного определения общей концентрации растворенных солей применяют приборы, измеряющие удельную электропроводимость. Удельная электропроводимость определяется как способность вещества проводить электрический ток. Это величина, обратная удельному сопротивлению и зависит от растворенных в воде ионных соединений. Единица измерения удельной электропроводимости – Сименс на метр (См/м). Недостаток соотнесения удельной проводимости с концентрацией заключается в том, что концентрированные растворы показывают слегка заниженное число См/м на каждый мг/л в отличие от разбавленных. Оптимальная температура во время измерения – 25°С.

Современные электронные кондуктометры с автоматической температурной компенсацией позволяют измерить проводимость практически любой воды, от сверхчистой (очень низкая проводимость) до насыщенной

 $T\ a\ б\ л\ u\ ц\ a\ 4.1$ Метрологические характеристики оксиметров HI 9143 и HI 9145

| Параметры | Диапазон измерения |
|-----------------------|---|
| Диапазон измерения: | |
| Растворенный кислород | $0,00\dots45,00$ мг ${ m O_2}/{ m \pi}$ |
| | 0,0 300,0% |
| Температура | 0,0 50,0°C |
| Разрешение | 0,01 мг О2/л; 0,1 %; 0,1°С |
| Точность | $\pm 0,5\%$ полной шкалы; $\pm 0,5^{\circ}\mathrm{C}$ |

химическими соединениями (высокая проводимость). Это делает показатель удельной электропроводимости незаменимым для экспрессного определения загрязнения пресных природных вод минерализованными водами.

Прямой потенциометрический метод анализа — это один из электрохимических методов, основанный на измерении равновесного потенциала электрода, возникающего в анализируемом растворе, и определении его зависимости от активности (концентрации) определяемого иона. Прямая потенциометрия широко применяется для определения концентрации водородных ионов. Наличие ионселективных электродов позволяет определять потенциометрическим методом другие ионы, например фторид-, хлорид-анионов. Современными портативными иономерами можно определять разнообразные ионы не только в лаборатории, но и в полевых условиях: на измерение тратится не более 1–2 мин, необходимый объем пробы составляет 1–50 мл. В табл. 4.3 приведены характеристики некоторых ионселективных электродов.

Для определения неорганических анионов в водах и водных вытяжках из почв, донных отложений кроме потенциометрического метода анализа применяют также титриметрический, фотоколориметрический и гравиметрический методы. Главный недостаток данных методов — низкая экспрессность. Любой из этих методов позволяет определять лишь один вид анионов; другие анионы в ряде случаев могут мешать, поэтому необходимо их предварительное отделение. Кроме того, эти методы требуют значительного объема анализируемой пробы и большого числа реагентов. В табл. 4.2 приведены метрологические характеристики кондуктометров НІ фирмы NANNA.

В отличие от вышеперечисленных методов ионная хроматография позволяет определять несколько анионов одновременно, не требует длительной

Таблица 4.2 Метрологические характеристики кондуктометров HI

| Параметры | | Марка прибора | |
|--------------------------|--|---------------------|--|
| | HI 8622 | HI 8733 | HI 8734 |
| Диапазон (Разрешение) | 0,0 199,9 (0,1) μS/cm 0 1999 (1) μS/cm 0,0019,99 (0,01) mS/cm 0,0 199,9 (0,1) mS/cm | | 0,0 199,9 (0,1) мг/л 0 1999 (1) мг/л 0,00 19,99 (0,01) г/л |
| Точность | ±1% полной шкалы | | |
| Датчик | HI 76301W | HI 7633W | HI 76301W |
| Термокомпен- сация | Ручная (+10 +40°С) | Автоматиче- ская | Ручная (0 +50°C) |

 $\label{eq:Tabases} T~a~6~\pi~u~\chi a~4.3$ Характеристики ионселективных электродов серии «ЭКОМ»

| Ион | Диапазо | н измерений | Допустимы | й диапазон | Мешающие | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|---|--|--|--|--|
| | моль/дм ³ | мг/дм ³ | рН | Температура среды, °С | ионы | | | | |
| Cl ⁻ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $0,3-3,6\cdot10^3$ | 2–12 | 5–80 | S ²⁻ , I ⁻ , Br ⁻ | | | | |
| Br ⁻ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $0.8 - 8 \cdot 10^3$ | 2–12 | 5–80 | S ²⁻ , I ⁻ , Cl ⁻ | | | | |
| I- | 10-5-10-1 | $1-12,7\cdot10^3$ | 4–9 | 5–80 | S ²⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ | | | | |
| Na ⁺ | 10-6-10-1 | $0,023-2,3\cdot10^3$ | $pH \ge pNa+3$ | 5-80 | NH ₄ ⁺ , K ⁺ | | | | |
| K ⁺ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $0,4-39,6\cdot10^2$ | 1-8,5 | 5–45 | NH ₄ ⁺ , Na ⁺ | | | | |
| NH ₄ ⁺ | 5.10-5-10-1 | $0,9-1,8\cdot10^3$ | 0-8,5 | 5–45 | K ⁺ , Na ⁺ | | | | |
| NO ₃ - | 10 ⁻⁶ -10 ⁻¹ | $0,06-6,2\cdot10^3$ | 0–10 | 5–45 | CO ₃ ²⁻ , Cl ⁻ , NO ²⁻ | | | | |
| Ag ⁺ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $1-10,8\cdot10^3$ | 2–12 | 5-80 | Hg^{2+} | | | | |
| S ²⁻ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $0,32-3,21\cdot10^3$ | 5–8 | 5-80 | Hg ²⁺ | | | | |
| Cu ²⁺ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $0,64-6,36\cdot10^3$ | 3–5 | 5–80 | Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Fe ³⁺ | | | | |
| Cd ²⁺ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $1-11,24\cdot10^3$ | 3–5 | 5–80 | Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Cu ²⁺ | | | | |
| Pb ²⁺ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $2-20,72\cdot10^3$ | 4–7 | 5–80 | Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Cu ²⁺ | | | | |
| Hg ²⁺ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $2-20,06\cdot10^3$ | 0–3 | 5-80 | Ag^+ | | | | |
| Ca ²⁺ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | $0,4-4\cdot10^3$ | 6–8 | 5–45 | Mg ²⁺ , Ba ²⁺ , Zn ²⁺ | | | | |
| Ba ²⁺ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $1,37-13,7\cdot 10^3$ | 3–10 | 5–45 | Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺ | | | | |
| CO ₃ ² - | 10 ⁻⁷ –10 ⁻³ | 0,006-60,01 | 6–9 | 5–45 | CH ₃ COO | | | | |
| ClO ₄ | 10 ⁻⁵ -1 | $0,99-99,5\cdot10^3$ | 0–11 | 5–45 | NO ₃ -, CNS-, I- | | | | |
| ReO ₄ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $2,5-25,02\cdot10^3$ | 0–11 | 5–45 | NO ₃ -, CNS-, I- | | | | |
| F ⁻ | 10 ⁻⁶ –10 ⁻¹ | $0,019-1,9\cdot10^3$ | 5–8 | 5-80 | Fe ³⁺ , Al ³⁺ | | | | |
| AuCl ₄ | 5.10-6-10-1 | $1,69-33,9\cdot10^3$ | 2–11 | 5–45 | I ⁻ , ClO ₄ ⁻ | | | | |
| CNS ⁻ | 10 ⁻⁵ -10 ⁻¹ | $0,58-5,81\cdot10^3$ | 0–11 | 5–80 | S ²⁻ , I ⁻ , Ag ⁺ , Cl ⁻ , Br ⁻ , CN ⁻ | | | | |
| Ca ²⁺ +Mg ²⁺ | 10 ⁻⁵ –10 ⁻¹ | | 7–10 | 5–45 | K ⁺ , Na ⁺ , Ba ²⁺ | | | | |

пробоподготовки и большого числа реагентов. Определение можно проводить из малого объема пробы, при этом чувствительность выше, чем у обычных методов /90/.

Процесс определения анионов методом двухколоночной ионной хроматографии делится на 2 этапа:

- 1) разделение пробы на компоненты;
- 2) кондуктометрическое детектирование и измерение содержания каждого компонента.

Схема двухколоночной хроматографической системы для определения неорганических анионов представлена на рис. 4.2.

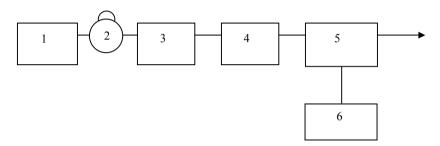


Рис. 4.2. Схема двухколоночной ионохроматографической системы:

1 – насос для подачи элюента;2 – кран для ввода пробы;3 – разделяющая колонка;4 – подавляющая колонка;5 – кондуктометрический детектор;6 – компьютер.

Разделение пробы на составляющие проводят при помощи хроматографической колонки, которая представляет собой трубку, заполненную анионообменным сорбентом, имеющим низкую обменную емкость (0,03 мг-экв/г), с размером частиц 10 мкм. При проведении анализа через хроматографическую колонку подают жидкость (элюент) определенного состава с постоянной скоростью. В этот поток вводят точно отмеренную дозу пробы. Компоненты пробы, введенной в хроматографическую колонку, из-за их разного сродства с сорбентом колонки двигаются по ней с различными скоростями. Это различие в скорости движения приводит к тому, что ионы разделяются и достигают детектора последовательно в разные моменты времени.

Для снижения фоновой электропроводности элюента после разделительной колонки устанавливают вторую колонку — подавительную, заполненную катионитом в H^+ -форме. В подавительной колонке элюент переходит в низкопроводящее соединение, а определяемый ион — в соединение с высокой электропроводностью.

Кондуктометрический детектор состоит из ячейки, в которую подается анализируемый раствор, электродов и электрической схемы для измерения

проводимости и чувствительности. Детектирование осуществляется по увеличению кондуктометрического сигнала при прохождении зоны определяемого иона через детектор. Результат выводится на регистрирующее устройство, в качестве которого может выступать самописец, принтер или компьютер. Типичная хроматограмма смеси неорганических ионов представлена на рис. 4.3.

Содержание отдельных металлов в объектах окружающей среды может быть определено титриметрическими, вольтамперометрическими, флуориметрическими и другими аналитическими методами измерений.

В настоящее время наиболее чувствительным и высоко производительным является метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

В основе атомно-эмиссионной спектроскопии лежит использование спектров испускания возбужденных атомов или молекул определяемых элементов. Под воздействием высокой температуры (1500–10 000°C) анализируемое вещество испаряется, диссоциирует на составляющие атомы и ионы, которые, возбуждаясь, переходят на более высокие энергетические уровни. Возбужденные атомы очень неустойчивы, и их электроны легко переходят с более удаленных на более близкие орбиты. Этот переход сопровождается выделением энергии, которая может быть зафиксирована в виде

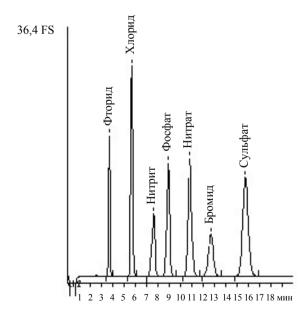


Рис. 4.3. Хроматограмма смеси неорганических анионов с карбонатным элюентом

спектра линий. Спектр каждого элемента характеризуется постоянными спектральными линиями с определенной длиной волны и определенной частотой колебаний. Чем выше интенсивность характерных спектральных линий того или иного элемента, тем выше его концентрация. Прямая пропорциональность между интенсивностью и концентрацией имеет место лишь в определенной для данного элемента области концентрации. При этом линейную зависимость может нарушать самопоглощение, ионизация, образование газообразных или трудно диссоциирующих в пламени соединений.

В атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) в качестве источника возбуждения выступает высокочастотный электрический разряд. Принцип действия АЭС-ИСП основан на возбуждении высокочастотным электрическим током магнитного поля высокой частоты, в свою очередь индуцирующего высокочастотный электрический разряд в потоке инертного газа (обычно аргона) внутри горелки. Схема горелки приведена на рис. 4.4.

В факел плазмы вносится анализируемая проба, где под воздействием высокой (6 000–10 000°С) температуры она атомизируется и дает спектральное излучение, поступающее на устройство регистрации. В современных АЭС-ИСП для регистрации спектра используют многоэлементные твердотельные полупроводниковые детекторы, позволяющие одновременно регистрировать широкую часть спектра. Это дает возможность проводить определение элементов сразу по нескольким аналитическим линиям и

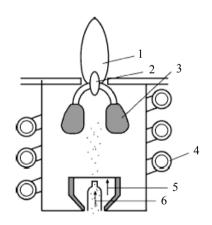


Рис. 4.4. Схема горелки АЭС-ИСП

1 – аналитическая зона; 2 – зона первичного излучения; 3 – зона основного разряда; 4 – индуктор СВЧ генератора; 5 – поток аргона; 6 – аэрозоль с пробой.

реально учитывать вклад фона в окрестностях линии в аналитический сигнал /91/.

АЭС-ИСП — эффективный метод, обладает хорошими аналитическими характеристиками: позволяет одновременно определять большое число элементов (до 70), обладает низкими пределами обнаружения $(10^{-7}-10^{-3} \text{ г/дм}^3)$, высокой воспроизводимостью (1-3%) относительных) и широким диапазоном определяемых концентраций. Пределы обнаружения некоторых элементов в мкг/дм представлены в табл. 4.4.

Лаборатории, осуществляющие контроль за состоянием окружающей среды в нефтяной отрасли, чаще других показателей определяют содержание нефтепродуктов в различных типах вод, почве и донных отложениях.

| < 1 | В | Ba | Ca | Dy | Mg | Mn | Os | Sr | Ti | V | Zn | Er | Lu | Yb | Y |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1-5 | Ag | Cd | Cr | Cu | Eu | Fe | La | Li | Mo | Pd | Zr | Но | Tm | Si | |
| 5-10 | Al | Au | Bi | Co | Gd | Hf | Hg | Re | Ru | Th | Ir | Nd | Tb | Sm | Pr |
| 10- 20 | As | K | Nb | Ni | P | Pb | S | Sb | Se | Sn | W | | | | |
| 20- 50 | С | Ce | Ga | Ge | In | Na | Pt | Rh | Та | Те | Tl | | | | |
| 50- 100 | U | | | | | | | | | | | | | | |

Пределы обнаружения для АЭС-ИСП

Понятие «нефтепродукты» имеет два значения — техническое и аналитическое /92/. В техническом значении нефтепродукты — это смеси углеводородов, а также индивидуальные химические соединения, получаемые из нефти и нефтяных газов /93/. В аналитическом значении под нефтепродуктами понимают неполярные и малополярные углеводороды (алифатические, ароматические, алициклические), составляющие главную и наиболее характерную часть нефти и продуктов ее переработки /83/.

Основными методами определения суммарного содержания нефтепродуктов являются гравиметрический, ИК-спектрометрический и флуориметрический методы. Некоторые характеристики методик определения нефтепродуктов в поверхностных водах представлены в табл. 4.5.

В основе всех методов лежит извлечение органическими растворителями нефтепродуктов, очищение экстрактов методом колоночной хроматографии на оксиде алюминия. В качестве экстрагентов используют различные растворители: хлороформ, гексан, петролейный эфир, четыреххлористый углерод.

Гравиметрический метод основан на экстракции нефтепродуктов из пробы хлороформом, замене растворителя на гексан, хроматографической очистке экстракта от полярных соединений, удалении экстрагента путем выпаривания и взвешивании остатка. Основным достоинством метода является то, что при проведении анализа не требуются стандартные растворы того же количественного и качественного состава, что и исследуемая проба. В силу этого метод принят в качестве арбитражного.

Метод имеет ряд недостатков:

- большая продолжительность анализа;
- определение нефтепродуктов с концентрацией менее 3 мг/дм 3 требует больших объемов воды и растворителей;

Таблица 4.5 Некоторые характеристики методик определения нефтепродуктов в водах

| Наименование | | Метод | |
|--|-----------------------------|---|--|
| характеристики | Гравиметрический | Флуориметрический | ИК-спектрометрический |
| Нормативный документ | ПНД Ф 14.1:2.116-97 /94/ | ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 /95/ | РД 52.24.476-95 /96/ |
| Диапазон из- мерения, мг/дм ³ | 0,3 и выше | 0,005–50 | 0,04–2 |
| Погрешность определения, % | 10–50 | 25–65 | 19,5–44 |
| Объем пробы, дм ³ | 0,1–5 | 0,2 | 1–2 |
| Экстрагент | Хлороформ | Гексан | Четыреххлористый углерод |
| Объем экстра- гента, см ³ | 170–350 | 20 | 20 |
| Состав образца для градуиров-ки | Не требуется | Масло Т-22 | Трехкомпонентная смесь |
| Прибор | Не требуется | Анализатор жидко- сти «Флюорат-02» или другой люми- несцентный анали- затор с аналогич- ными характери- стиками | ИК-спектрофотометр, измеряющий в диапазоне от $2700{\text -}3150\mathrm{cm}^{\text -}1$ или ИК-фотометр, измеряющий оптическую плотность в области $(2930\pm70)\mathrm{cm}^{\text -}1$ |

• метод позволяет анализировать пробы воды с концентрацией нефтепродуктов не менее 0,3 мг/дм³, в то время как нижний предел обнаружения нефтепродуктов в воде должен составлять не более 0,05 мг/дм³ /83/.

Инструментальные методы имеют более высокую чувствительность, для проведения анализа требуется меньший объем пробы и растворителя, продолжительность анализа составляет 2—3 мин (без учета пробоподготовки).

В основе метода инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии) лежит связь между инфракрасным спектром поглощения и составом исследуемого вещества. Применение инфракрасных спектров для исследования состава веществ основано главным образом на использовании характеристических полос поглощения (полосы, связанные с колебаниями функциональных групп или связей в молекулах).

Местоположение полос поглощения в спектре несет информацию о качественном составе вещества, а интенсивность полос — о концентрации соответствующего компонента. При определении нефтепродуктов обычно используют поглощение ИК-излучения в области 2 700—3 100 см $^{-1}$. Это связано с наличием в ИК-спектрах нефти и нефтепродуктов характеристических полос в области 2 925 см $^{-1}$, 2 960 см $^{-1}$, 3 055 см $^{-1}$, обусловленных валентными колебаниями углерод-водородных связей в метильных, метиленовых группах и ароматических кольцах. Для метиленовых групп характерны полосы поглощения в районе 2 925 \pm 15 см $^{-1}$, для метильных групп — около 2960 \pm 15 см $^{-1}$. Валентные колебания ароматических углерод-водородных связей наблюдаются обычно в районе 3 055 \pm 25 см $^{-1}$.

Для определения содержания нефтепродуктов ИК-спектрометрическим методом последовательно проводят:

- экстракцию нефтепродуктов из пробы четыреххлористым углеродом;
- хроматографическое отделение полярных углеводородов на колонке с оксидом алюминия;
- измерение содержания нефтепродуктов в элюате на ИК-спектрометре.

Измерения проводят с помощью однолучевых и двухлучевых традиционных или Фурье-спектрометрах, регистрируя интенсивность полос поглощения излучения в указанной области (рис. 4.5).

В настоящее время широкое распространение получают ИК-Фурьеспектрометры, основанные на регистрации спектров поглощения с использованием метода Фурье-преобразования.

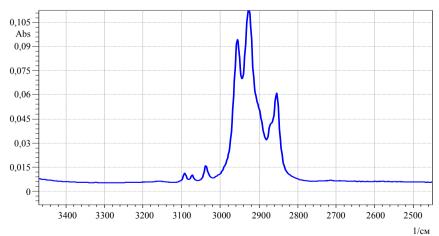


Рис. 4.5. ИК-спектр поглощения пробы речной воды

В Фурье-спектрометрах получение спектров происходит в два приема. Сначала регистрируется интерферограмма, т.е. выходной световой поток, в зависимости от разности хода разделенный на когерентные пучки входной волны от источника /97/. Затем вычисляется спектр в шкале волновых чисел путем Фурье-преобразования интерферограммы. Фурье-преобразование — это представление интерферограммы как бесконечной суммы тригонометрических функций (синусов, косинусов) (рис. 4.6). Управление процессом измерения осуществляется от внутреннего контроллера и компьютера.

Фурье-спектрометры значительно выигрывают в фотометрической точности у дифракционных приборов. В дифракционных приборах на приемник попадает свет только в узком спектральном интервале. В Фурьеспектрометрах на фотоприемник всегда поступает весь свет источника, и все спектральные линии регистрируются одновременно. Соответственно возрастает соотношение сигнал/шум.

Фурье-спектроскопия выигрывает также и в точности отсчета длины волны. В дифракционных приборах длину волны можно определить только косвенно, а в Фурье-спектрометрах разность хода (и длина волны) определяется непосредственно с помощью лазера.

Высокая скорость сканирования при стандартных требованиях к разрешению и фотометрической точности (время получения спектра 2–20°С) обеспечивает высокую производительность ИК Фурье-спектрометров.

Более простым прибором для измерения концентрации нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии является анализатор (концентратомер), измеряющий интегральное поглощение излучения в области 2 900–3 000 см⁻¹, где наблюдаются наиболее интенсивные полосы поглощения.

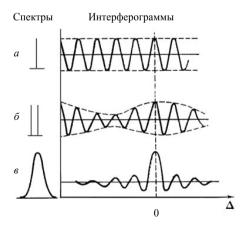


Рис. 4.6. Вид интерферограммы как тригонометрической функции

В анализаторе реализована двухволновая оптическая схема. В качестве измерительной длины волны используется излучение $\lambda_{\text{изм}} = 3,42$ мкм, (2 930 см⁻¹). В качестве опорной длины волны используется излучение $\lambda_{\text{оп}} = 3,00$ мкм.

Для количественного определения нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии требуется градуировка средств измерений. Градуировочный раствор готовят на основе трехкомпонентной смеси нефтепродуктов в четыреххлористом углероде: 37,5% изооктана, 37,5% гексадекана и 25% бензола.

Флуориметрия – метод спектрального анализа, основанный на измерении интенсивности люминесценции испытуемых веществ. Процесс люминесценции включает в себя переход молекул на возбужденный электронный уровень, колебательную релаксацию в возбужденном состоянии, переход на основной электронный уровень либо с испусканием света (собственно люминесцентное излучение), либо безызлучательно и колебательной релаксации в основном состоянии. Кратковременную люминесценцию, затухающую сразу после прекращения ее возбуждения, называют флуоресценцией.

Спектры излучения анализируемых веществ при флуоресцентных измерениях состоят, как правило, из широкой полосы с максимумом при некоторой длине волны и носят избирательный характер.

Как и в случае спектров поглощения, избирательность обусловлена структурой и составом излучающего вещества.

Практически флюоресценцию определяют в разбавленных растворах с концентрацией $10^{-5}-10^{-6}$ моль/л и меньше, когда между интенсивностью флюоресценции и концентрацией вещества наблюдается прямолинейная зависимость; при более высоких концентрациях линейность нарушается, а затем наблюдается концентрационное тушение флюоресценции.

Для выполнения флуориметрического анализа используют спектрофлуориметры, принцип работы которых заключается в следующем: свет от ртутно-кварцевой или ксеноновой лампы через первичный светофильтр и конденсор падает на кювету с раствором испытуемого вещества, которое начинает флюоресцировать. Кванты возбужденного света проходят через вторичные светофильтры и попадают на фотоэлектронный умножитель, где преобразуются в электрический сигнал.

Флуориметрический метод определения содержания нефтепродуктов заключается в экстракции нефтепродуктов из образца гексаном, хроматографической очистке экстракта и измерении интенсивности флуоресценции очищенного экстракта. Метод отличается высокой чувствительностью, малыми объемами анализируемой пробы.

В формировании аналитического сигнала участвуют только ароматические углеводороды. Сдвиг возбуждающего излучения в коротковолновую область (270–290 нм) и регистрация флуоресценции в области 300–330 нм позволяет уменьшить зависимость аналитического сигнала от типа нефтепродукта. В этой спектральной области аналитический сигнал формируют

ароматические углеводороды других классов — моно-, би- и некоторые трициклические соединения. Тем не менее, при анализе проб, загрязненных легкими фракциями (керосин, бензин) следует ожидать существенного занижения результатов анализа /98/.

4.2. Материалы и методика отбора донных отложений

Отбор проб донных отложений осуществляли в августе 2000–2004 гг. на водоемах, малых и средних реках бассейна р. Васюган (рис. 4.7). Перечень пунктов и водотоков перечислен в табл. 4.6. Содержание химических компонентов в донных отложениях было определено в аккредитованной химико-аналитической лаборатории (ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК», аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510987, действительный до 15.05.2008).

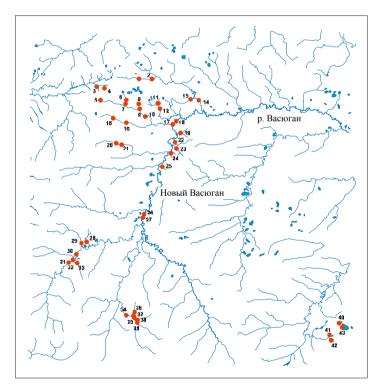


Рис. 4.7. Расположение пунктов отбора проб донных отложений в водотоках и водоемах бассейна р. Васюган

 $\label{eq:Table} T~a~б~\pi~u~ц~a~4.6$ Пункты отбора проб донных отложений

| № пункта | Водоток | Участок |
|----------|----------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | р. Махня | Верховье |
| 2 | р. Махня | Верховье |
| 3 | р. Энтль-Лэпыкигль | Верховье |
| 4 | р. Энтль-Лэпыкигль | Верховье |
| 5 | р. Еллекулум-Ях | Верховье |
| 6 | р. Глухая | Среднее течение |
| 7 | р. Глухая | Низовье |
| 8 | р. Большая Налимка | Среднее течение |
| 9 | р. Большая Налимка | Низовье |
| 10 | р. Еллекулум-Ях | Среднее течение |
| 11 | Левый приток р. Черемшанка | Верховье |
| 12 | Левый приток р. Черемшанка | Верховье |
| 13 | р. Махня | Низовье |
| 14 | р. Махня | Низовье |
| 15 | р. Катыльга | Верховье |
| 16 | р. Катыльга | Верховье |
| 17 | р. Васюган | Среднее течение |
| 18 | р. Васюган | Среднее течение |
| 19 | р. Зырян-Пех | Среднее течение |
| 20 | р. Лонтын-Ях | Верховье |
| 21 | р. Лонтын-Ях | Верховье |
| 22 | р. Половинка | Среднее течение |
| 23 | р. Осиновая | Среднее течение |
| 24 | р. Налимная | Среднее течение |
| 25 | р. Базная | Среднее течение |
| 26 | р. Васюган | Среднее течение |
| 27 | р. Васюган | Среднее течение |
| 28 | р. Большая Каирка | Среднее течение |
| 29 | р. Лесмуровка | Низовье |

Окончание табл. 4.6

| 1 | 2 | 3 |
|----|---------------------|-----------------|
| 30 | р. Ягыл-Ях | Среднее течение |
| 31 | р. Ягыл-Ях | Среднее течение |
| 32 | р. Большой Юнкуль | Низовье |
| 33 | р. Большой Юнкуль | Среднее течение |
| 34 | р. Чертала | Среднее течение |
| 35 | р. Чертала | Среднее течение |
| 36 | р. Малая Бобровка | Верховье |
| 37 | р. Малая Бобровка | Низовье |
| 38 | р. Большая Бобровка | Среднее течение |
| 39 | р. Большая Бобровка | Низовье |
| 40 | оз. Армичево | |
| 41 | оз. Кульдышиха | |
| 42 | оз. Чебачье | |
| 43 | оз. Мирное | |

Глава 5 БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Биологический мониторинг проводится с целью оценки пространственновременной динамики растительности (фитомониторинг) и популяций животных (мониторинг животного мира) в зоне техногенного воздействия. Полевой этап биологического мониторинга осуществляют методом рекогносцировочных обследований, ключевых участков, маршрутных ходов с использованием методик флористико-геоботанических, зоологических исследований и почвенно-геоботанического картирования.

Фитомониторинг¹. Основной целью фитомониторинга является наблюдение за существующим состоянием и восстановлением растительного покрова нарушенных и загрязненных земель. Фитомониторинг осуществляется раз в 3–5 лет из-за невозможности выявления ежегодных отличий, при этом флористико-геоботаническую инвентаризацию необходимо проводить ежегодно в период массового цветения растений.

Объектом мониторинга являются растительные сообщества (фитоценозы) в зонах воздействия объектов нефтегазового комплекса. Сеть опорных пунктов фитомониторинга включает в себя:

- рекогносцировочное обследование;
- маршрутные ходы;
- постоянные пробные площадки.

Первоначально проводят маршрутное рекогносцировочное обследование территории месторождения в целом для оценки состояния растительного покрова и выявления мест и степени деградации растительности. При обнаружении площадей с высокой и средней степенью деградации (механическое сведение растительного покрова в результате строительных работ, тепловое и химическое воздействие при сжигании газа на факеле, хи-

¹ Мониторинг территорий, расположенных на землях лесного фонда осуществляется территориальными органами Федеральногго агенства лесного хозяйства. Мониторинг лесов — система наблюдений, оценки и прогноза состояния и динамики лесного фонда в целях государственного управления в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов и повышения их экологических функций. Порядок осуществления мониторинга лесов устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области лесного хозяйства совместно с федеральным органом исполнительной власти по надзору в сфере природопользования /98а/

мическое загрязнение нефтяными углеводородами и технической высокоминерализованной водой в результате аварийных разливов) дополнительно закладывают пункты наблюдения. Количество закладываемых пунктов зависит от площади деградированных земель /99/.

В каждом постоянном пункте наблюдений проводят маршрутные рекогносцировочные ходы и закладывают площадки для учета и наблюдений — пробные площадки. Постоянные площадки учета и наблюдений должны быть зафиксированы на местности столбиками /100/, а маршрутные ходы — затесками на стволах деревьев.

Площадки отбора проб растительности должны располагаться вблизи площадок отбора проб почвы. Маршрутные ходы прокладывают с целью выявления и уточнения границ участков деградации растительности. Обследование района промышленной зоны месторождений маршрутными ходами предусматривается по двум направлениям, одно из которых ориентировано по преобладающему направлению ветра, а другое – перпендикулярно ему. На каждой пробной площадке закладывают учетные площади сериями по 5 шт. размером по 2×2 м у объектов контроля, где рекогносцировочным обследованием выявлены изменения растительного покрова: вдоль и поперек линейных объектов промысла, ниже (по рельефу) кустовых площадок – при строительстве или при возникновении аварийных ситуаций. Мониторинг в период строительства объектов промысла и после завершения строительства ориентирован на контроль качества рекультивации земель и оценку состояния растительного покрова на нарушенных землях. В период эксплуатации актуально выяление участков деградированных земель, причин деградации земель и их рекультивация, а также принятие управленческих решений, направленных на экологическою безопасность территории промысла.

Деградированные земли — земли, на которых в результате естественных причин или в связи с хозяйственной деятельностью человека происходит проявление негативных процессов (эрозия, дефляция, засоление, иссушение, заболачивание, переуплотнение, загрязнение и т.п.).

Оценку качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию ее биоты в природных условиях принято называть биоиндикацией.

Показатели, предлагаемые для контроля состояния растительного покрова, соответствуют основным требованиям метода биоиндикации: наличие реакции тест-объекта на изучаемое воздействие, простота и доступность биологического тест-объекта, простота выявления наблюдаемых параметров.

В соответствии с требованиями нормативных документов Минприроды РФ /2, 101/ и Госкомлеса СССР /102/, рекомендациями /103–105/ и результатами инженерно-экологических изысканий месторождений, в качестве тест-объектов предлагаются:

- фитоценозы;
- подрост хвойных пород деревьев;

- хвоя сосны обыкновенной Pinus sylvestris;
- лишайники.

Наблюдения за растительным покровом предлагается проводить по следующим основным показателям:

- структура фитоценозов;
- санитарное состояние лесных насаждений;
- морфологический показатель модельных экземпляров подроста хвойных.

По живым организмам, по их внешнему виду, ритму жизни, присутствию или отсутствию можно судить о среде, в которой они живут, иначе говоря, использовать в качестве указателей – индикаторов этой среды, ее общей характеристики и отдельных свойств. Растения – индикаторы имеют характерные признаки для определения нарушения окружающей среды. Так, усыхание хвойных пород свидетельствует о большом количестве пыли в воздухе, которая забивает устьица на многолетней хвое /106/.

Значительное вредное воздействие оказывают на растения так называемые «выхлопные газы» и газы, образующиеся в результате сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках и при сжигании топлива на котельных и других технологических установках. Наименее устойчивы к этому виду загрязнения хвойные растения, более устойчивы – листопадные деревья и кустарники. По степени чувствительности к действию вредных газов можно выстроить древесные породы в ряд, начиная с более чувствительных. Среди хвойных это пихта, ель, сосна, лиственница, можжевельник /107/. Одним из индикаторов загрязнения воздушной среды может выступать хвоя сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*. В данной программе предлагается использовать хвою сосны в качестве тест-объекта.

Для установления степени влияния на растительность загрязняющих веществ при сжигании газа и топлива для котельных в качестве индикатора загрязнения предлагается использовать хвою сосны обыкновенной. Для этой цели в пункте наблюдений выбирают от 5 до 10 взрослых деревьев, на которых проводят осмотр или сбор хвои. Для точности и достоверности анализа количество собранных и осмотренных хвоинок с каждого дерева должно составлять не менее ста. Сосна является удобным индикатором экологического неблагополучия /108/, так как ее хвоя меняется раз в четыре года, в отличие, например, от лиственницы, сбрасывающей свою хвою ежегодно. Она улавливает вредные примеси воздуха. Как установлено /108/, у деревьев сосны известны внешние повреждения хвои под влиянием вредных газов. Свидетельством слабого воздействия вредных газов является побледнение хвоинок. Побурение хвоинок говорит о сильных повреждениях от дымовых газов. Ниже приведен тест, предложенный В. Ильичевым для определения уровня загрязнения атмосферы /108/.

Шкала оценки повреждения:

- 1. Хвоинки не имеют пятен.
- Хвоинки имеют немногочисленные пятна.

3. На хвоинках большое количество желтых и черных пятен, в том числе во всю ширину хвоинки.

Шкала оценки усыхания:

- 5. Сухие участки отсутствуют.
- 6. Кончики усохли на 2–5 мм (светлый шипик на конце хвоинки не учитывается).
 - 7. Усохла треть хвоинки.
 - 8. Усохло более половины хвоинки или вся она жесткая.

Если сосновые иголки без пятен, следовательно, воздух считают идеально чистым, если хвоинки с редкими мелкими пятнами, воздух чистый. Если имеются хвоинки с частыми мелкими пятнами, можно говорить о загрязненном воздухе, а при наличие черных и желтых пятен — об опасно грязном воздухе. Когда максимальный возраст хвои не превышает одного года и хвоинки все в многочисленных пятнах и/или усохшие, можно говорить уже об очень грязном, вредном для здоровья и окружающей среды воздухе.

Оценка степени воздействия при потере природной окраски или «пожелтении» кроны по Ломаевой /109/:

```
0 – норма (0–10% хвои);
```

- 1 слабое (10–25%);
- 2 среднее (25–60%);
- 3 -сильное (> 60%).

Благодаря этой классификации так же можно оценить степень угнетения растительности на территории нефтепромыслов.

Другим методом оценки состояния окружающей среды является лихеноиндикация (определение по лишайникам) — оценка степени загрязненности воздуха, как в городах, так и в лесных массивах /110/. Лишайники первыми из живых существ страдают от загрязнения воздуха. Как и большинство биологических методов оценки состояния окружающей среды, лихеноиндикация не может различить конкретные вредные вещества, загрязняющие атмосферный воздух, но зато позволяет выделить территории, подверженные воздействию загрязненного воздуха. Для выделения таких неблагополучных территорий иногда бывает достаточно даже неполного, без видовой идентификации, описания лишайников по их разнообразию и обилию на единице площади в данном массиве.

Известно, что индикаторами степени загрязненности воздуха являются лишайники, которые обладают разной чувствительностью к веществам, загрязняющим воздух. При изучении лишайников определили – чем сильнее загрязнен воздух, тем меньше встречается на данной территории видов лишайников и ниже их жизнеспособность; при повышении степени загрязненности воздуха первыми исчезают кустистые лишайники, за ними – листоватые и последними – накипные. Наибольшей чувствительностью к загрязнению атмосферы обладают эпифитные лишайники. Поэтому для оценки воздействия деятельности нефтепромыслов на растительность

программой фитомониторинга предусмотрена оценка состояния лихенофлоры на основе методики определения загрязненности воздуха по лишайникам /110/.

Ниже приведена градация состояния лихенофлоры, благодаря которой можно определить чистоту воздушной среды на определенной территории:

- 1. «Нормальная зона» зона неповрежденной лишайниковой растительности, указывающая на чистоту атмосферного воздуха. Лишайники обильны, встречаются на стволах деревьев на высоте более 1 м от поверхности земли. Регистрируется большое количество видов рода *Brioria*. Проективное покрытие на стволах сосен с северной стороны на высоте 1,3 м более 10%.
- 2. «Зона соревнования» зона частичного разрушения лишайникового покрова. Указывает на умеренную загрязненность воздуха. Лишайники на стволах деревьев на высоте 1,3 м практически отсутствуют. У основания дерева встречаемость лишайников менее 50%, средняя величина общего проективного покрытия лишайников составляет от 3 до 10%.
- 3. «Лишайниковая пустыня» зона полного разрушения лишайникового покрова. «Лишайниковая пустыня» указывает на высокий уровень загрязненности воздуха. Встречаемость деревьев без лишайников у основания ствола более 70%, средняя величина общего проективного покрытия лишайников менее 0,1%.

Для выявления степени деградации растительного покрова в результате возникновения аварийных ситуаций, при интенсивном строительстве и т.п. программой фитомониторинга предусмотрено сравнение структуры деградированных растительных сообществ, подвергшихся химическому или механическому воздействию, с фоновым состоянием растительного покрова. При таком сравнении следует сравнивать однотипные фитоценозы.

Структуру фитоценозов определяют методом геоботанического описания на пробных площадях и вдоль маршрутных ходов, при возникновении аварийных ситуаций вдоль линейных и площадных объектов территории месторождения. При выполнении геоботанического описания определяют следующие характеристики состава и структуры всех ярусов растительного сообшества:

- древесный ярус и подрост состав и соотношение древесных пород, ярусность древостоя, обилие (сомкнутость крон, густота число стволов на площади 100 м²), высота, диаметр на уровне 1,3 м, сухостой, соотношение деревьев каждой породы по категориям состояния; характер повреждений: групповое, куртинное, равномерное; количество (шт/га) и состояние подроста;
- подлесок видовой состав и обилие (проективное покрытие) кустарников, общая закустаренность (%), количество ярусов, высота;
- кустарничковый и травяной ярус видовой состав, проективное покрытие (%), высота, фенологическое состояние, жизненность;
- моховой и лишайниковый покров видовой состав, проективное покрытие (%) в разных элементах рельефа.

Отдельно следует фиксировать:

- наличие лекарственных и пищевых видов растений (грибов) видовой состав, состояние, проективное покрытие (%);
- наличие редких и исчезающих видов, занесенных в региональную и Красную книгу России, процентное участие в фитоценозе.

Определение основных групп и видов растений проводят с использованием определителей /111–127/ и микроскопов (МБС-9, МБС-10 с кратностью увеличения от 4 до 40; «Биолам», кратность увеличения от 20 до 200). Результаты наблюдений подвергают статистической обработке, рассчитывают показатели сходства растительных сообществ: коэффициент общности видового состава, коэффициент общности степени покрытия, индекс разнообразия Шеннона-Винера /129/.

По результатам обследования санитарного состояния лесных и болотных сообществ устанавливаются зоны и степень деградации растительности. Для оценки изменения растительности в зоне активного влияния объектов нефтегазового комплекса предлагается использование оценочных шкал /104/.

- 1 балл незначительные изменения; сохраняется тип фитоценоза и видовой состав доминантов, соотношение групп видов (флористическая структура); возможные изменения обилия видов и плотности древостоя фиксируются только на крупномасштабных аэрофотоснимках;
- 2 балла ограниченные (локальные) изменения; структура растительного покрова на уровне формаций и типов жизненных форм остается неизменной, отмечается смена растительного покрова на уровне типов фитоценозов с возрастанием гидрофобизации в рядах: беломошная-вейниковаямелкотравно-зеленомошная-травяно-болотная-сфвгновая;
- 3 балла средние изменения; перестройка растительных сообществ после низовых пожаров, краткосрочных изменений гидрологического режима с ограниченными очагами гибели и заболачивания леса;
- 4 балла сильное изменение растительного покрова, его уничтожение; восстановление растительных сообществ прогнозируется через 200–300 лет через промежуточные стадии;
- 5 баллов катастрофические изменения; растительный покров уничтожен полностью, изменения физико-химических свойств почв и режима увлажнения местообитания препятствуют его восстановлению; требуется рекультивация.

Санитарное состояние древостоя определяют стандартными методами лесопатологического обследования /102/. Помимо учета распределения деревьев и подроста по категориям состояния отмечают изменение окраски листьев и хвои, хлороз, некрозы, дефолиацию, изреживание кроны.

Морфологические изменения наблюдают на постоянных модельных экземплярах подроста преобладающих хвойных пород (сосна, кедр) /105, 128/ в течение ряда лет по следующим признакам:

высота.

- возраст,
- прирост верхушечных и боковых побегов за последние 5 лет,
- длина хвои,
- продолжительность жизни хвои,
- состояние хвои сосны обыкновенной.

В наблюдениях некрозов и продолжительности жизни хвои сосны можно использовать бонитировочную шкалу /105/.

Количество измерений должно обеспечивать достоверность оценок и определяется стандартными методами статистики /129–132/.

При выявлении признаков деградации растительности в зоне активного влияния выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и при возникновении аварийных ситуаций программу мониторинга следует дополнить более детальными методами исследования /133–136/. Если признаков нарушения растительного покрова в зоне выбросов загрязняющих веществ в атмосферу не обнаружено за длительный период (8–10 лет), то фитомониторинг на этой территории не целесообразен, за исключением фитомониторинга по факту аварийных разливов.

По результатам оценки воздействия объектов нефтегазового комплекса на растительность строится карта изменений растительного покрова, предлагается перечень мероприятий по снижению негативных воздействий на растительность.

Мониторинг животного мира. Мониторинг объектов животного мира — система регулярных наблюдений за распространением, численностью, физическим состоянием объектов животного мира, структурой, качеством и площадью среды их обитания. Согласно федеральному закону РФ «О животном мире» /137/ мониторинг объектов животного мира проводится в целях своевременного выявления указанных выше параметров, оценки изменений этих параметров, предупреждения и устранения последствий негативных процессов и явлений для сохранения биологического разнообразия и обеспечения устойчивого состояния объектов животного мира.

Объекты мониторинга – охотничье-промысловые, ценные для биоценозов виды и редкие виды животных, в том числе, внесенные и планируемые к внесению в региональную Красную Книгу и Красную Книгу Российской Федерации.

Контролируемые показатели:

- численность, видовой состав;
- пути миграции и места сезонных концентраций;
- биотопическое распределение видов;
- места размножения редких и особо ценных видов;
- изменение численности животных и смена видового состава в результате антропогенной нагрузки.

Материалами о состоянии животного мира, численности и размещении видов животных могут служить:

• изучение опубликованных данных о фаунистическом разнообразии Томской области;

- фондовые материалы охотничьего хозяйства Томской области;
- фондовые материалы Научно-исследовательского института биологии и биофизики при ТГУ.

В качестве методик проведения мониторинга рекомендуются:

- прямые наблюдения метод, применяемый для изучения позвоночных животных в природной обстановке. Посредством наблюдений проводится поиск как самих животных, так и следов-отпечатков и следов их жизнедеятельности. В период наблюдений отмечают всех встреченных животных, подмечая внешний облик, размер, окраску, поведение (характер движения, пение, крик, реакцию на приближение человека, отношение к особям своего и других видов и т.д.), а также отмечая время суток и частоту встреч /138/;
- маршрутные учеты численности с установлением мест гнездования, скоплений и путей миграций млекопитающих и птиц;
- зимние маршрутные учеты (январь-февраль) с использованием авто- и вездеходного транспорта;
- авиаучеты копытных и крупных хищников по территории лицензионного участка, установление путей миграции (февраль-март);
- наблюдения за численностью птиц, пролетом и местами их гнездования (май-июнь);
- летние учеты численности птиц и млекопитающих и ценных для биоценозов видов беспозвоночных животных (муравьи, опылители);

 • летне-осенние учеты численности охотничьих животных и боровой
- дичи (август-октябрь);
- анкетный опрос населения о встречах и местах обитания охотничьепромысловых и редких видов животных.

Периодичность проведения мониторинга – 1 раз в три года.

Глава 6. СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

6.1. Результаты практического выполнения мониторинга за радиационной обстановкой

Опыт практических радиоэкологических исследований на месторождениях Томской области и ХМАО позволяет отследить динамику изменения радиационного фона на территории нефтегазодобывающих предприятий. Исследования показали, что превышения МЭД внешнего гамма-излучения над фоновыми значениями на территориях нефтегазовых месторождений наблюдаются, главным образом, на территориях УПСВ, ДНС и подфакельных площадках промыслов. В качестве примеров приведено состояние радиационной обстановки трех групп месторождений ОАО «Томскнефть» (табл. 6.1–6.3). Расположение пунктов радиоэкологического мониторинга показано на рис. 6.1–6.3.

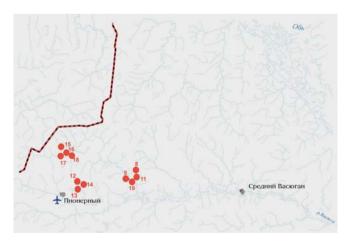


Рис. 6.1. Расположение пунктов мониторинга за радиационной обстановкой на территории Васюганской группы месторождений

Таблица 6.1 Значения МЭД и ЭГД в контрольных пунктах Васюганской группы месторождений

| Дата радиоэкологи- ческих исследований | 200 |)1 | 200 | 4 |
|---|-------------|------------|-------------|------------|
| № контрольного пункта | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г |
| 1 | 0,113 | 0,960 | 0,051 | 0,450 |
| 2 | 0,100 | 0,876 | 0,049 | 0,430 |
| 3 | 0,096 | 0,840 | 0,103 | 0,900 |
| 4 | 0,090 | 0,788 | 0,071 | 0,620 |
| 5 | 0,090 | 0,788 | 0,090 | 0,790 |
| 6 | 0,125 | 1,095 | 0,101 | 0,890 |
| 7 | 0,090 | 0,788 | 0,078 | 0,690 |
| 8 | 0,080 | 0,700 | 0,024 | 0,210 |
| 9 | 0,070 | 0,613 | 0,087 | 0,760 |
| 10 | 0,110 | 0,963 | 0,101 | 0,880 |
| 11 | 0,110 | 0,963 | 0,096 | 0,840 |
| 12 | 0,070 | 0,613 | 0,060 | 0,530 |
| 13 | 0,080 | 0,700 | 0,023 | 0,20 |
| 14 | 0,100 | 0,876 | 0,068 | 0,670 |
| 15 | 0,080 | 0,700 | 0,030 | 0,270 |
| 16 | 0,090 | 0,788 | 0,024 | 0,210 |
| 17 | 0,110 | 0,963 | 0,020 | 0,180 |
| 18 | 0,110 | 0,963 | 0,114 | 1,000 |

 $\label{eq:Table} T\ a\ б\ л\ u\ ц\ a\ 6.2$ Значения МЭД и ЭГД в контрольных пунктах Лугинецкой группы месторождений

| Дата радиоэкологи- ческих исследований | 2001– | 2002 | 200 | 4 | | |
|---|-------------|------------|-------------|------------|--|--|
| № контрольного пункта | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г | | |
| 1 | 0,100 | 0,876 | 0,092 | 0,805 | | |
| 2 | 0,087 | 0,762 | 0,091 | 0,797 | | |
| 3 | 0,086 | 0,753 | 0,095 | 0,832 | | |
| 4 | 0,106 | 0,928 | 0,092 | 0,805 | | |
| 5 | 0,086 | 0,753 | 0,079 | 0,692 | | |
| 6 | 0,124 | 1,860 | 0,111 | 0,972 | | |
| 7 | 0,086 | 0,753 | 0,089 | 0,779 | | |
| 8 | 0,060 | 0,525 | 0,119 | 1,043 | | |
| 9 | 0,100 | 0,876 | 0,096 | 0,846 | | |
| 10 | 0,090 | 0,788 | 0,081 | 0,712 | | |
| 11 | 0,250 | 2,190 | 0,118 | 1,038 | | |
| 12 | 0,080 | 0,700 | 0,093 | 0,816 | | |
| 13 | 0,108 | 0,946 | 0,067 | 0,590 | | |
| 14 | 0,088 | 0,770 | 0,124 | 1,093 | | |
| 15 | 0,108 | 0,946 | 0,055 | 0,480 | | |
| 16 | 0,108 | 0,946 | 0,123 | 1,080 | | |
| 17 | 0,070 | 0,613 | 0,098 | 0,869 | | |

Таблица 6.3 Значения МЭД и ЭГД в контрольных пунктах Стрежевской группы месторождений

| Дата радиоэкологи- ческих исследований | 200 |)2 | 200 | 4 | | |
|---|-------------|------------|-------------|------------|--|--|
| № контрольного пункта | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г | МЭД, мкЗв/ч | ЭГД, мЗв/г | | |
| 1 | 0,093 | 0,810 | 0,052 | 0,455 | | |
| 2 | 0,093 | 0,810 | 0,044 | 0,385 | | |
| 3 | 0,088 | 0,770 | 0,046 | 0,402 | | |
| 4 | 0,094 | 0,820 | 0,040 | 0,350 | | |
| 5 | 0,119 | 1,040 | 0,036 | 0,315 | | |
| 6 | 0,105 | 0,920 | 0,048 | 0,420 | | |
| 7 | 0,091 | 0,800 | 0,047 | 0,411 | | |
| 8 | 0,050 | 0,438 | 0,111 | 0,970 | | |
| 9 | 0,062 | 0,543 | 0,081 | 0,710 | | |
| 10 | 0,046 | 0,402 | 0,096 | 0,840 | | |
| 11 | 0,046 | 0,402 | 0,095 | 0,830 | | |
| 12 | 0,046 | 0,402 | 0,102 | 0,890 | | |
| 13 | 0,024 | 0,210 | 0,044 | 0,380 | | |
| 14 | 0,036 | 0,315 | 0,109 | 0,960 | | |
| 15 | 0,048 | 0,420 | 0,099 | 0,870 | | |
| 16 | 0,030 | 0,262 | 0,078 | 0,680 | | |
| 17 | 0,046 | 0,402 | 0,073 | 0,640 | | |

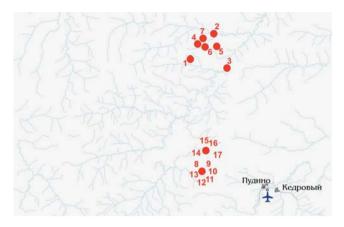


Рис. 6.2. Расположение пунктов мониторинга за радиационной обстановкой на территории Лугинецкой группы месторождений

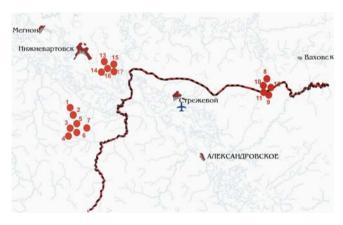


Рис. 6.3. Расположение пунктов мониторинга за радиационной обстановкой на территории Стрежевской группы месторождений

6.2. Состояние почвенного покрова и характеристика фоновых почв

На исследованной территории тип подзолистых почв представлен следующими подтипами: собственно подзолистыми и дерново-подзолистыми. Наиболее распространенными являются собственно подзолистые почвы и подзолы различного гранулометрического состава, развитые на суглини-

стых и песчаных отложениях под темнохвойными лесами. Для собственно подзолистых почв характерно полное или почти полное отсутствие гумусового горизонта A_1 . Ниже лесной подстилки располагается подзолистый горизонт A_2 , часто имеющий большую мощность и постепенно переходящий в горизонт A_2B_1 . Хорошая отбеленность и наличие листоватой структуры в элювиальном горизонте свидетельствуют о значительной разрушенности минеральной массы и, следовательно, об интенсивно протекающем подзолистом процессе. На границе с иллювиальной зоной подзолистый горизонт образует белесоватые языки и потеки. Следует отметить, что кремнеземистая присыпка наблюдается не только в элювиальном горизонте, некоторое ее количество обнаруживается и в более глубоких слоях почвы. Н.А. Караваева /44/ объясняет это явление литогенным происхождением; В.О. Таргульян /139/ указывает на высокую подвижность кремнекислоты в кислой среде. В профиле данной почвы достаточно четко проявляется элювиально-иллювиальная дифференциация.

По гранулометрическому составу подзолистые почвы довольно однообразны и в основном относятся к легко- и среднесуглинистым разновидностям. Верхние горизонты значительно обеднены высокодисперсными илистыми частицами, накопление которых происходит в иллювиальных горизонтах. Преобладающими фракциями в профиле подзолистых почв являются песчаные. Подзолистые горизонты характеризуются низким содержанием гумуса (0,72-1,02%). По содержанию гумуса (табл. 6.4) прослеживается элювиально-иллювиальный характер его распределения. Описываемым почвам свойственна кислая и слабокислая реакция среды. Наиболее кислой реакцией (рН = 3,55) отличаются подзолистые (элювиальные) горизонты, с глубиной кислотность снижается. Для данных почв характерны небольшое содержание обменных катионов (8-24 мг-экв/100 г почвы); при этом наблюдаются высокие величины гидролитической кислотности, что характеризует эти почвы как ненасыщенные основаниями (62-76%). В составе поглощенных оснований преобладает кальций, роль магния незначительна.

На территории месторождений, приуроченных к подзоне южной тайги, дерново-подзолистые почвы доминируют над собственно подзолистыми и занимают довольно значительные площади. Развитие дернового процесса приводит к формированию в профиле данных почв гумусового горизонта A₁. Характерный признак для подтипа дерново-подзолистых почв — наличие второго гумусового горизонта различной степени выраженности. Вопрос о природе второго гумусового горизонта до настоящего времени остается дискуссионным /37, 43, 45, 140/, однако большинство исследователей придерживаются гипотезы о его реликтовом происхождении. Различия в сохранности реликтового гумусового горизонта находятся в полной зависимости от степени дренированности территории и от свойств почвообразующих пород. Наиболее сохранившиеся вторые гумусовые горизонты приурочены к слабодренированным поверхностям, сложенным породами

Таблица 6.4 Физико-химические свойства автоморфных почв (данные инженерно-экологических изысканий)

| | | | | | | | | Гидролити- | Сумма о | бменных кати | онов | Степень | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|----------|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-----------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|--|
| Горизонт | Глубина, см | Гигроскопи- ческая влага, | Зольность, | Потеря при прокаливании, | Гумус, % | | pH | ческая кислотность | $\sum Ca^{2+}+Mg^{2+}$ | Ca ²⁺ | Mg^{2+} | насыщен- ности почв | CO ₂ Карбонатов, | Нефтепро- дукты, мг/кг | Электропро- водность, | $\mathrm{SO_4}^{2-}$, г/кг | Сl⁻, г/кг | |
| | | % | | % | | водный | солевой | мг-экв/100г почвы | | ючвы | | основаниями, % | % | | мкСим/см | | | |
| | | | | | | Глубок | оподзолиста | я остаточно- | карбонатная | среднесу | линиста | Я | | | | | | |
| $A_{\scriptscriptstyle \rm J}$ | 2–9 | 8,55 | 24,67 | Не опреде- лено | Не опре- делено | 5,29 | Не опре- делено | Не опре- делено | 29,30 | 22,80 | 6,50 | 42 | Нет | Не опре- делено | Не опре- делено | Не опре- делено | 0,226 | |
| A_2 | 9–19 | 0,89 | Не опре- делено | 2,31 | 0,72 | 4,83 | 3,55 | 7,52 | 24,00 | 20,00 | 4,00 | 76 | - | - | - | 0,70 | < 0,004 | |
| A ₂ B | 20–25 | 2,65 | _ | 4,63 | 1,14 | 4,72 | 3,40 | 12,52 | 26,60 | 20,40 | 6,20 | 67 | - | - | - | < 0,24 | < 0,004 | |
| \mathbf{B}_{1g} | 25–35 | 3,74 | _ | 6,46 | 1,12 | 5,00 | 3,50 | 12,42 | 30,40 | 23,20 | 7,20 | 70 | _ | ı | _ | < 0,24 | 0,006 | |
| $\mathrm{B}_{\mathrm{2feg}}$ | 45–55 | 4,96 | - | 5,27 | 1,08 | 5,69 | 3,75 | 8,25 | 32,00 | 25,20 | 6,80 | 79 | - | - | _ | < 0,24 | 0,008 | |
| $\mathrm{BC}_{\mathrm{feg}}$ | 70–80 | 4,39 | _ | 4,54 | 0,88 | 6,62 | 4,65 | 2,97 | 35,00 | 26,20 | 8,80 | 92 | _ | _ | _ | 0,26 | 0,006 | |
| Ск | 95–105 | 3,84 | - | 5,87 | Не опре- делено | 7,85 | Не опре- делено | Не опре- делено | 39,20 | 28,40 | 10,80 | Не опре- делено | 24,92 | - | - | < 0,24 | < 0,004 | |
| | | | | | Дерново | -глубоко | подзолистая | со вторым гу | мусовым го | ризонтом | тяжелос | углинистая | | | | | | |
| \mathbf{A}_{1} | 9–12 | 5,90 | Не опре- делено | 13,4 | 6,16 | 4,90 | Не опре- делено | 14,90 | 24,40 | 18,60 | 5,80 | 62 | Нет | 0,098 | 63,30 | 0,39 | 0,045 | |
| A_2 | 12–21 | 3,90 | _ | 5,0 | 2,62 | 5,00 | - | 12,80 | 20,80 | 14,00 | 6,80 | 62 | - | 0,023 | 36,20 | 1,24 | 0,032 | |
| A_2^h | 21–26 | 3,80 | - | 5,3 | 1,98 | 5,10 | - | 11,70 | 18,30 | 12,20 | 6,10 | 61 | - | < 0,02 | 29,50 | 1,25 | 0,042 | |
| A_2B | 30–40 | 5,70 | - | 5,3 | 1,58 | 5,20 | - | 11,50 | 18,60 | 14,00 | 4,60 | 62 | - | Не опре- делено | 27,70 | Не опре- делено | Не опре- делено | |
| \mathbf{B}_1 | 50-60 | 7,70 | _ | 5,7 | 0,94 | 5,50 | - | 9,04 | 21,80 | 17,60 | 4,20 | 71 | _ | - | 23,50 | _ | _ | |
| B_2 | 80–90 | 7,70 | - | 5,7 | 0,89 | 6,30 | - | 4,32 | 21,40 | 17,20 | 4,20 | 83 | - | - | 31,60 | - | - | |
| Ск | 140–150 | 6,10 | - | 9,4 | Не опре- делено | 8,60 | - | Не опре- делено | 23,60 | 18,14 | 5,20 | Не опре- делено | 25,19 | ı | 111,40 | - | - | |

тяжелого гранулометрического состава. Также в зависимости от дренированности на различной глубине профиля обнаруживаются карбонаты, которые в почвенных горизонтах представлены в виде сплошной пропитки или мучнистых пятен, а в почвообразующей породе – в виде всевозможных стяжений. Рассматриваемые почвы в верхней части характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. С глубиной профиля он становится более тяжелым и в материнской породе относится к среднеглинистому. Верхняя часть профиля имеет кислую реакцию среды, переходящую в слабокислую в средней части до щелочной в нижней части, что обусловлено карбонатностью почвообразующих пород. Такая многовариантность реакции среды указывает на разнообразие биохимических реакций, протекающих в почве, связанных со сменой окислительновосстановительных условий. Гумусовый горизонт имеет небольшую мощность (около 3 см), содержание гумуса составляет 2,62% (табл. 6.5) и постепенно убывает с глубиной профиля. В верхних горизонтах отмечены наибольшие значения суммы обменных оснований (24-40 мг-экв/100 г почвы) и гидролитической кислотности (14,90 мг-экв/100 г почвы). По степени насыщенности основаниями (62%) почва относится к ненасыщенным основаниям.

Следует отметить, что подзолистые почвы месторождений, приуроченных к южной тайге, имеют некоторые различия в морфологическом строении профиля по сравнению с аналогичными почвами среднетаежной подзоны. Общими отличительными признаками подзолистых почв средней тайги являются преобладание палево-буроватых и охристых тонов окраски, наличие на различных глубинах оглеенных горизонтов, что связано со слабой дренированностью территории и медленным оттаиванием почв весной. Почвы тяжелого гранулометрического состава отличает монотонность окраски; песчаные и супесчаные, наоборот, четко дифференцированы на генетические горизонты.

Наряду с автоморфными почвами на исследуемой территории широкое распространение имеют полугидроморфные, представленные типом болотно-подзолистых почв. Они формируются на слабодренированных равнинах среди подзолистых почв под влиянием временного застоя поверхностных или грунтовых вод и отличаются устойчивыми признаками оглеения по всему профилю, а также относительно мощным торфянистым горизонтом на поверхности. Вместе с тем в этих почвах проявляются и признаки оподзоливания. Болотно-подзолистые почвы развиваются, в основном, в пониженных элементах рельефа под заболоченными лесами, окаймляющими болота и гривы. Почвы этого типа рассмотрены на примере торфянисто-неглубокоподзолистой глеевой легкоглинистой почвы. Она сформирована при достаточно высоком уровне грунтовых вод, поэтому весь почвенный профиль в значительной степени оглеен. Для торфянистонеглубокоподзолистой глеевой почвы характерен смешанный тип водного режима при доминировании грунтового. Тяжелый гранулометрический

Физико-химические свойства фоновых почв (данные 1-го года мониторинговых исследований)

| Горизонт | Глубина, см | Гигроскопическая влага, % | Зольность, | Потеря при прокаливании, % | Гумус, % | рН водный | Подвижные формы фосфора, мг/кг | Подвижные соединения железа, г/кг | Обменный аммоний (по азоту), млн ⁻¹ | Нитраты (по азоту), _{МЛН} -1 | Обменный марганец, млн ⁻¹ | Нефтепро- дукты, г/кг | Электропровод- ность, мкСим/см | Сульфат-ион в водной вытяжке, мг/кг | Хлорид-ион в водной вытяжке, мг/кг | Cd*, мг/кг | Pb*, мг/кг | Zn*, мг/кг | Hg*, мг/кг | Cu*, мг/кг | Cr*, мг/кг | Ni*, мг/кг | V*, мг/кг |
|-------------------------------------|----------------|---------------------------|------------|----------------------------|----------|--------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | • | • | • | • | | | | | | Пункт № 1 Г | | почва | • | | • | | | • | • | • | • | |
| $A_{\scriptscriptstyle \rm I\!\!I}$ | 0,5–6 | 9,9 | 56,4 | Не опр. | Не опр. | 5,2 | 180,0 | 0,32 | 16,18 | < 1,25 | 78,0 | 1,52 | 57,3 | 196,7 | 110,2 | < 0,5 | 41,3 | 47,6 | < 0,6 | 14,7 | 7,0 | 18,8 | 18,0 |
| A_2 | 6–12 | 2,6 | Не опр. | 2,7 | 1,11 | 4,9 | 2,4 | 0,17 | 9,48 | < 1,25 | 8,0 | 1,52 | 17,6 | 4,7 | 10,9 | < 0,5 | 20,9 | 19,5 | < 0,6 | 13,4 | 10,8 | 15,5 | 17,7 |
| A_2B | 22–32 | 4,9 | _ | 3,7 | 1,17 | 4,9 | 4,8 | 0,21 | 7,91 | < 1,25 | < 5,5 | < 0,025 | 13,1 | 4,2 | 2,4 | < 0,5 | 53,1 | 55,8 | < 0,6 | 45,9 | 27,6 | 45,8 | 55,8 |
| B_1 | 40-50 | 8,1 | _ | 5,2 | 0,94 | 4,9 | 18,0 | 0,22 | 7,56 | < 1,25 | 11,0 | < 0,025 | 14,2 | 5,2 | 1,5 | < 0,5 | 17,3 | 57,0 | < 0,6 | 28,7 | 33,4 | 50,6 | 34,4 |
| | | | | | | | | | | П | ункт № 2 Дерно | во-подзолис | стая почва | | | | | | | | | | |
| $A_{\scriptscriptstyle \rm I\!\!I}$ | 4–9 | 14,5 | 27,8 | Не опр. | Не опр. | 5,1 | 356,0 | 0,40 | 21,10 | < 1,25 | 135,0 | 2,21 | 101,5 | 135,5 | 53,7 | 0,9 | 31,0 | 80,3 | < 0,6 | 9,6 | 13,7 | 14,8 | 5,4 |
| A_2 | 9–14 | 2,4 | Не опр. | 2,6 | 1,12 | 4,6 | 20,0 | 0,30 | 4,06 | < 1,25 | 22,0 | < 0,025 | 20,7 | 3,8 | 8,6 | < 0,5 | 36,2 | 14,5 | < 0,6 | 6,5 | 4,8 | 1,9 | 13,9 |
| A_2B | 14–22 | 2,7 | _ | 5,0 | 1,20 | 5,1 | 13,0 | 0,36 | 8,91 | < 1,25 | < 5,5 | < 0,025 | 11,3 | 3,1 | 1,3 | 1,4 | 30,2 | 21,1 | < 0,6 | 7,0 | 6,3 | 8,1 | 19,4 |
| B_1 | 23–33 | 6,7 | _ | 3,8 | 0,96 | 4,8 | 17,0 | 0,30 | 3,42 | < 1,25 | < 5,5 | < 0,025 | 12,4 | 4,0 | 1,4 | < 0,5 | 31,0 | 38,9 | < 0,6 | 15,9 | 19,4 | 23,9 | 33,5 |
| B_2 | 45–55 | 8,1 | _ | 5,0 | 1,03 | 4,6 | 12,0 | 0,26 | 10,48 | < 1,25 | 6,0 | < 0,025 | 9,6 | 3,3 | 1,1 | < 0,5 | 38,1 | 53,8 | < 0,6 | 33,5 | 33,6 | 38,1 | 51,3 |
| | | | | | | | | | | Пункт У | № 3 Торфянисто | -подзолиста | ая глеевая почв | a | | | | | | | | | |
| Оч | 0-10 | 12,8 | 10,2 | Не опр. | Не опр. | 4,6 | 892,0 | 0,49 | 23,95 | < 1,25 | 27,0 | 3,74 | 303,0 | 555,5 | 994,4 | < 0,5 | 7,1 | 51,8 | < 0,6 | 5,8 | 4,9 | 8,2 | 3,1 |
| T_1 | 20-30 | 15,0 | 25,9 | Не опр. | Не опр. | 4,8 | 112,0 | 1,48 | 16,61 | < 1,25 | 19,0 | 0,908 | 37,3 | 83,6 | 72,4 | 1,4 | 11,6 | 54,7 | < 0,6 | 7,3 | 25,1 | 12,6 | 4,9 |
| A_2B_g | 40-50 | 4,3 | Не опр. | 6,8 | 4,59 | 4,6 | 35,0 | 2,68 | 7,12 | < 1,25 | <5,5 | 0,121 | 17,5 | 6,2 | 5,8 | 1,6 | 27,4 | 22,6 | < 0,6 | 6,1 | 13,6 | 10,2 | 17,2 |
| | | | | | | | | | | Пункт | г № 4 Болотная | низинная то | рфяная почва | | | | | | | | | | |
| Оч | 0–8 | 12,4 | 4,3 | Не опр. | Не опр. | 4,3 | 168,0 | 0,22 | 33,36 | < 1,25 | 18,0 | 2,14 | 110,7 | 351,5 | 169,0 | 0,9 | 7,2 | 39,9 | < 0,6 | 4,7 | 5,7 | 4,9 | 3,1 |
| T_1 | 8-18 | 14,5 | 4,2 | Не опр. | Не опр. | 4,3 | 168,0 | 0,41 | 24,66 | < 1,25 | 15,0 | 1,94 | 60,0 | 170,8 | 82,8 | < 0,5 | 15,5 | 40,7 | < 0,6 | 4,0 | 19,4 | 4,1 | < 0,5 |
| T ₂ | 18–28 | 16,3 | 2,2 | Не опр. | Не опр. | 4,2 | 4,0 | 0,27 | 34,5 | < 1,25 | 7,0 | 1,02 | 38,6 | 107,7 | 46,0 | < 0,5 | 25,5 | 47,0 | < 0,6 | 3,9 | 0,9 | 0,8 | 8,6 |
| | | | | | | | | | | Пункт | № 5 Болотная і | переходная т | орфяная почва | | | | | | | | | | |
| Оч | 0-10 | 16,6 | 4,0 | Не опр. | Не опр. | 4,0 | 24,0 | 0,69 | 10,69 | < 1,25 | <5,5 | 0,745 | 69,8 | 119,6 | 352,3 | < 0,5 | 14,5 | 67,5 | < 0,6 | 9,7 | 4,7 | 3,8 | 10,4 |
| T_1 | 20-40 | 15,6 | 4,6 | - | Не опр. | 4,1 | 240,0 | 0,50 | 14,26 | < 1,25 | 10,0 | 2,14 | 169,2 | 151,7 | 397,7 | 0,9 | 28,8 | 49,7 | < 0,6 | 9,8 | 3,6 | 1,0 | 2,7 |
| | | | | | | | | | | Пунк | г № 6 Болотная | верховая то | рфяная почва | | | | | | | | | | |
| T_1 | 0–20 | 17,0 | 15,4 | Не опр. | Не опр. | 6,3 | 620,0 | 7,01 | 15,47 | 1,46 | 38,0 | 0,353 | 44,8 | 123,9 | 139,4 | < 0,5 | 13,7 | 36,7 | < 0,6 | 8,5 | 5,2 | 19,2 | 10,3 |
| | | | | | | | | | | Пун | ікт № 7 Аллюв | иальная дері | новая почва | | | | | | | | | | |
| $A_{\scriptscriptstyle \rm I\!\!I}$ | 0,5–7 | 14,3 | 66,3 | Не опр. | Не опр. | 5,0 | 432,0 | 1,05 | 6,63 | < 1,25 | 57,0 | 0,588 | 24,8 | 80,3 | 41,1 | 2,2 | 26,4 | 58,8 | < 0,6 | 15,5 | 22,8 | 20,8 | 22,3 |
| A | 7–17 | 14,0 | Не опр. | 11,7 | 4,31 | 5,0 | 33,0 | 0,94 | 5,70 | < 1,25 | 78,0 | 0,0331 | 15,8 | 7,0 | 4,5 | 0,7 | 21,2 | 66,1 | < 0,6 | 20,2 | 24,3 | 29,7 | 29,3 |
| AB | 28-38 | 8,1 | _ | 6,6 | 1,45 | 5,0 | 9,0 | 0,69 | 11,48 | < 1,25 | 16,0 | < 0,025 | 14,2 | 3,6 | 2,5 | < 0,5 | 32,7 | 44,5 | < 0,6 | 16,1 | 23,8 | 29,9 | 29,7 |
| В | 45-55 | 4,4 | _ | 2,9 | 0,78 | 5,0 | 11,0 | 0,24 | 5,49 | < 1,25 | 8,0 | < 0,025 | 14,1 | 4,4 | 2,3 | < 0,5 | 14,8 | 26,8 | < 0,6 | 11,4 | 13,8 | 18,2 | 18,1 |

^{* –} кислоторастворимые формы; Не опр. – не определено.

состав почвообразующих пород, а также наличие торфяного горизонта способствуют накоплению влаги и развитию в профиле восстановительных процессов. Минеральная часть почвы имеет легко- и среднеглинистый гранулометрический состав. Для данных почв (табл. 6.4) характерно высокое содержание гумуса (до 7%), которое снижается вниз по профилю и в подстилающей породе составляет менее 1%. Органогенные горизонты данных почв обладают высокой зольностью (38,9%) и хорошей влагоемкостью. Реакция среды изученных почв, в отличие от подзолистых, гораздо выше и изменяется в профиле от слабокислой до слабощелочной.

По мнению многих авторов /37, 43, 141/, основным ландшафтообразующим фактором на данной территории является болотообразовательный процесс, который в значительной степени определяет весь ход развития природы региона. Как указывает И.М. Гаджиев /37/, в Васюганье болота занимают более 50% территории, и каждый год площади переувлажненных почв увеличиваются. В средней тайге наиболее распространены болотные верховые торфяные и торфяно-глеевые почвы. В южнотаежной подзоне территорий с верховыми болотными массивами меньше, но увеличивается доля болотных низинных почв. В целом можно отметить, что южная тайга менее заболочена, чем средняя. Верховые торфяники занимают обычно центральные части водоразделов и характеризуются довольно мощной толщей слаборазложившегося сфагнового торфа (более 1 м), залегающего на торфопороде. Торфяно-глеевые почвы имеют значительно меньшую мощность торфяного слоя (от 30 до 100 см), ниже которого находится минеральный оглеенный горизонт. Такие почвы развиваются на периферии водораздельных торфяников и изредка выделяются самостоятельными контурами. Высокие значения содержания гумуса (10,91%) отмечаются для минеральных горизонтов, реакция среды варьирует по профилю от слабокислой до слабощелочной (табл. 6.4).

Обширная речная сеть на исследуемой территории определила распространенность аллювиальных почв. Формирование этих почв происходит под влиянием различных процессов: аллювиального, пойменного, дернового, глеевого. Они сменяют друг друга на разных стадиях развития пойменных почв.

На исследуемой территории встречаются аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, аллювиальные лугово-болотные и аллювиальные болотные почвы. Исследованные аллювиальные дерновые почвы формируются обычно в высокой пойме, редко заливаемой паводковыми водами. Вследствие этого обновления поверхности не происходит или проявляется оно чрезвычайно редко. Тем не менее, нижние горизонты данных почв испытывают некоторое влияние грунтовых вод. Интенсификация дернового процесса в пойменных дерновых почвах способствует дифференциации почвенного профиля на генетические горизонты. Наиболее распространенные аллювиальные дерновые грунтово-глееватые почвы (табл. 6.5) характеризуются максимальным накоплением гумуса (3,93%) в верхних гу-

мусовых горизонтах, мощностью 10–20 см. Для данных почв характерна кислая реакция среды (pH = 4,75) и высокие показатели суммы обменных оснований (36,50 мг-экв/100 г почвы).

6.2.1. Результаты мониторинговых наблюдений

В качестве обязательных объектов мониторинга на основных позициях элементарных ландшафтов отобраны и исследованы почвы/грунты контрольных пунктов наблюдений и фоновые, не испытывающие на себе отрицательного антропогенного воздействия. Фоновые пункты наблюдений приведены в табл. 6.5, включают в себя наиболее характерные для исследуемой территории типы почв: подзолистая почва (пункт № 1), дерновоподзолистая почва (пункт № 2), торфянисто-подзолистая глеевая почва (пункт № 3), болотная верховая, переходная и низинная торфяные почвы (пункты №№ 4, 5, 6), аллювиальная дерновая (пункт № 7). Контрольные пункты наблюдений №№ 8, 9, 10, 11, 12 охватывают промзону и прилегающие к ней территорию центрального пункта сбора (ЦПС), УПСВ, БКНС, ДНС (табл. 6.6); №№ 13, 14, 15, 16 – кустовые площадки; №№ 17, 18 – территорию вахтового поселка; №№ 19, 20 – полигон складирования твердых и жидких бытовых отходов; №№ 21, 22 – 3СО водозаборных сооружений.

По результатам первого года мониторинговых наблюдений существенных отличий в физико-химических свойствах фоновых почв не обнаружено (табл. 6.4–6.6). Сравнивая аналогичные почвы и показатели химического загрязнения, можно сделать вывод, что качество и санитарногигиеническое состояние наблюдаемых в период с 2000 по 2004 г. почв под воздействием нефтедобычи практически не изменилось.

Помимо выше указанных параметров, в 2004 г. в фоновых пунктах наблюдений установлено содержание тяжелых металлов, которое в некоторых случаях значительно превышает ПДК, приведенные в различных документах /34/. Информация о содержании веществ антропогенного происхождения в контролируемых почвах не поддается оценке с помощью таких критериев, как ПДК, по той причине, что ПДК для почв разработаны для ограниченного количества веществ. Поэтому полученные данные мы считаем эталоном для сравнения с контрольными пунктами наблюдений, поскольку фоновые почвы на момент проведения инженерно-экологических изысканий не подвергались техногенному загрязнению.

В табл. 6.6 приведены результаты физико-химических и агрохимических свойств почв/грунтов контрольных участков наблюдений, испытывающих или в наибольшей степени подверженных возможному влиянию источников загрязнения, в которых анализировали верхнюю часть почвенной толщи мощностью 0–20 и 20–40 см.

Органическое вещество. Органическое вещество играет определяющую роль в почвообразовании и плодородии почв, в питании растений и охране почв от загрязнения. Органическое вещество влияет на генезис почвы,

Таблица 6.6 Физико-химические свойства почв/грунтов в контрольных пунктах наблюдений (данные 1-го года мониторинговых исследований)

| C - | F | | 11-1 | Хлорид- | | | Кислотор | астворим | ые формы | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Слой, глубина, см | Гигроско- пическая влага, % | Гумус, % | Нефте- продук- ты, г/кг | ион в водной вытяжке, мг/кг | Сd, мг/кг | РЬ, мг/кг | Zn, мг/кг | Си, мг/кг | Сr, мг/кг | Ni, мг/кг | V, мг/кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | Объег | сты подгот | овки не | ф ти [*] | | | | | |
| Пункт № | 2 8 | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 5,4 | 0,98 | < 0,025 | 5,0 | 0,6 | 7,2 | 40,3 | 17,2 | 38,4 | 23,4 | 38,7 |
| 20-40 | 7,4 | 2,32 | < 0,025 | 4,9 | 1,2 | 7,1 | 57,3 | 16,3 | 52,7 | 34,2 | 59,6 |
| Пункт № | 29 | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 12,1 | Не определено | 1,41 | 4800 | 1,41 | 36,2 | 57,5 | 21,4 | 8,9 | 19,4 | 24,8 |
| Пункт № | 2 10 | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 13,5 | Не определено | 0,806 | 177,2 | < 0,5 | 56,3 | 88,3 | 22,0 | 11,9 | 35,0 | 14,2 |
| 15–25 | 4,1 | 1,12 | 0,036 | 2,5 | < 0,5 | 39,8 | 38,8 | 19,1 | 17,0 | 20,8 | 31,9 |
| Пункт № | 2 11 | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 24,0 | Не определено | 2,64 | 63,3 | < 0,5 | 14,4 | 41,7 | 14,0 | 5,0 | 10,8 | 10,3 |
| 20-40 | 14,6 | Не определено | 2,4 | 56,1 | < 0,5 | 13,8 | 25,3 | 21,7 | 9,1 | 10,4 | 16,4 |
| Пункт № | 2 12 | | - | | | | | | | | |
| 0–8 | 12,1 | Не определено | 1,31 | 7281 | < 0,5 | 29,7 | 76,4 | 13,7 | 5,0 | 14,0 | 17,9 |

Продолжение табл. 6.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | |
|---------|--|---------------|-----------|-----------|---------|--------|-------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| 20–40 | 3,9 | 1,52 | < 0,025 | 1346 | < 0,5 | 15,9 | 53,5 | 18,9 | 17,9 | 23,3 | 28,9 | | | | |
| | Объекты добычи нефти*** | | | | | | | | | | | | | | |
| Пункт М | Пункт № 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0–20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20–40 | 10,6 | Не определено | 0,072 | 1313 | 1,0 | 24,4 | 123,0 | 47,2 | 29,6 | 51,9 | 25,9 | | | | |
| Пункт М | 14 | • | | | | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 5,6 | Не определено | 0,666 | 19,6 | 0,5 | 27,5 | 54,8 | 12,2 | 9,8 | 21,0 | 23,4 | | | | |
| 20–40 | 3,4 | 1,21 | < 0,025 | 5,7 | < 0,5 | 17,5 | 40,5 | 27,5 | 16,7 | 22,0 | 36,9 | | | | |
| Пункт М | 15 | • | | | _ | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 4,4 | 1,76 | 0,309 | 18,8 | 1,9 | 4,4 | 53,9 | 16,0 | 4,4 | 25,0 | 29,7 | | | | |
| 20–40 | 6,4 | Не определено | 1,29 | 35,4 | 0,9 | 20,8 | 75,7 | 31,7 | 16,5 | 28,0 | 12,6 | | | | |
| Пункт М | <u>1</u> 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 3,6 | 2,26 | 0,072 | 10,1 | < 0,5 | 25,8 | 54,5 | 23,2 | 15,2 | 24,4 | 19,7 | | | | |
| 20–40 | 5,2 | 1,40 | 0,394 | 8,3 | < 0,5 | 28,4 | 57,9 | 34,7 | 25,9 | 36,2 | 32,4 | | | | |
| | | | Объекты в | зонах сан | итарной | охраны | *** | | | | | | | | |
| Пункт М | ⊵ 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 0–20 1,8 Не определено 0,056 6,4 < 0,5 < 0,5 26,4 10,3 10,7 15,1 8,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Пункт М | ⊵ 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 2,1 | Не определено | 0,069 | 13,4 | < 0,5 | 11,9 | 17,8 | 9,1 | 7,5 | 15,0 | 9,6 | | | | |

Окончание табл. 6.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---------|--|---------------|---------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--|
| Пункт № | 19 | | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 0-10 2,8 Не определено 0,363 135,3 < 0,5 7,6 44,7 9,5 23,7 13,2 27,3 | | | | | | | | | | | |
| Пункт № | 20 | | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 2,0 | Не определено | 0,046 | 15,3 | < 0,5 | 2,9 | 23,3 | 6,8 | 20,5 | 16,1 | 16,2 | |
| Пункт № | 21 | | | | | | | | | | | |
| 0–20 | 0,6 | Не определено | < 0,025 | 1,2 | < 0,5 | < 0,5 | 11,0 | 8,2 | 7,8 | 4,6 | 12,3 | |
| Пункт № | 22 | | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,6 Не определено | | 0,043 | 2,2 | < 0,5 | 9,9 | 20,8 | 10,7 | 6,5 | 13,9 | 3,2 | |

Примечание:

* – ЦПС, УПН, УПСВ, БКНС, ДНС;

** – кустовые площадки;

*** – территории вахтовых поселков, полигоны складирования твердых и жидких бытовых отходов, ЗСО водозаборных сооружений.

формирование ее вещественного состава и свойств (формирование органопрофиля, структурообразование, формирование морфологических, воднофизических, сорбционных, кислотно-основных, окислительно-восстановительных, буферных свойств) /142/. Как показали полученные данные (табл. 6.7), в антропогенно-нарушенных почвах и насыпных грунтах контрольных пунктов наблюдений содержание органического вещества не превышает 2,32%, что указывает на довольно низкое его содержание.

Нефтепродукты. При поверхностных разливах нефти и нефтепродуктов в почвах концентрируется до 1,5–1,7 кг/м² нефтяных углеводородов /143/. Загрязненные нефтью почвы характеризуются темной окраской (от почти черной до темно-бурой), в них заметно ухудшаются структура, сложение, режим аэрации за счет снижения порозности, а также усиливается гидрофобность. В то же время в загрязненных нефтью почвах тайги уменьшается кислотность, повышается содержание обменных оснований и углерода, которое сопровождается деградацией гумуса /144/.

Установлено, что под действием загрязнения нефтью и нефтепродуктами таежных почв происходят заметные изменения их морфогенетических признаков, физико-химических и агрохимических свойств /145–147/. Также нефть, исходно богатая микроорганизмами, при попадании в почвы оказывает существенное влияние на микробиологические и ферментативные процессы /148, 149/.

Загрязнение таежных почв нефтью оказывает влияние на состав почвенной микрофлоры. Так, согласно данным Т.П. Славниной и др. /55/, в верхнем горизонте (A_0A_1) торфянисто-подзолисто-глеевой почвы численность микроорганизмов, потребляющих минеральный азот, уменьшается в 4 раза. Происходят изменения и состава микробной ассоциации, принимающей участие в разложении целлюлозы. Если в незагрязненной почве первое место по численности занимают грибы (рода *Penicillium*), второе –

Таблица 6.7 Предельно допустимые концентрации некоторых химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности /34/

| Наименование веществ | Форма, содержание | ПДК, мг/кг почвы с учетом фона (кларка) |
|----------------------|--------------------|---|
| Медь | Подвижная | 3,0 |
| Хром | То же | 6,0 |
| Цинк | - " - | 23,0 |
| Ванадий | Валовое содержание | 150,0 |
| Свинец | То же | 30,0 |
| Ртуть | - " - | 2,1 |

актиномицеты и третье – миксобактерии, то при загрязнении грибы рода *Penicillium*, которые могут потреблять углеводороды тяжелых фракций и твердые битумы нефти /150/, сохраняются лишь в самой верхней части почв (0–2 см); актиномицеты исчезают практически полностью, а присутствуют только миксобактерии.

Загрязнение почв нефтью оказывает существенное влияние на азотный режим. Прежде всего в верхних горизонтах значительно расширяется отношение С: N, иногда до 30–40, хотя в верхних горизонтах незагрязненных почв оно не превышает 10–11. Широкое отношение С: N, т.е. слабая обогащенность гумуса азотом, отрицательно влияет на развитие тех групп микроорганизмов, которые используют минеральный азот, а также обусловливает дефицит подвижных азотистых соединений в почвах /151/.

Нефть оказывает негативное влияние и на калийный режим почв. Увеличивается их необменная адсорбционная способность, и, как следствие, уменьшается содержание обменных форм калия /55/.

Солевое загрязнение. Нефтяные разливы, происходящие при прорывах нефтегазопроводов или фонтанировании скважин, сопровождаются не только загрязнением земель нефтепродуктами, но и засолением, вызываемым пластовыми водами, выходящими на поверхность. Воды, используемые для поддержания пластового давления, а также буровые и тампонажные растворы, применяемые при бурении и ремонте скважин и имеющие, как правило, хлоридно-натриевый состав /152/, обусловливают чисто солевое загрязнение земель и других компонентов природной среды. Как указывает С.В. Васильев /153/, буровые и тампонажные растворы с общей минерализацией до 1–2 г/л, фильтруясь через обваловки шламовых амбаров, растекаются по ложбинам стока на расстояние до 2–3 км. Сырая нефть эксплуатируемых месторождений также содержит как органические, так и минеральные соединения, в том числе и легкорастворимые соли, в основном хлориды (от 36 до 105 мг/л).

Нефтепродукты в фоновых и контрольных пунктах наблюдений, охватывающих основные объекты промыслов, содержатся в незначительных количествах (табл. 6.5, 6.6) и не превышают ПДК, условно принятую равной 1 г/кг почвы /154/. Исключение составляют органогенные пробы в районе территории промзоны объектов подготовки нефти (например пункт № 11), в которых содержание нефтепродуктов достигает 2,64 г/кг. Учитывая высокую зольность органогенных горизонтов фоновых почв, можно сделать вывод, что в данном участке на содержание в пробах нефтепродуктов повлияли природные, органические углеводороды естественного происхождения. Относительно повышенное содержание хлорид-ионов в пробах органического состава исследуемой территории в пунктах № 9, 12, 15, достигающее 7 281 мг/кг (табл. 6.6), указывает не на химическое загрязнение, а, скорее, на биогенное накопление. Необходимо отметить, что точное представление о повышенном содержании нефтепродуктов и хлорид-ионов и о том, является ли это признаком химического загрязнения, позволят дать последующие наблюдения.

Тяжелые металлы. В загрязненных нефтью почвах наблюдается повышенная аккумуляция тяжелых металлов (TM) /151/. Основное количество поступающих ТМ аккумулируется в верхних горизонтах почв. В присутствии значительного количества органических и неорганических лигандов ТМ трансформируются в более подвижные, миграционноспособные соединения, которые поступают в нижележащие слои, в почвенногрунтовые воды (до 30–40%) и за пределы данного техногенного ландшафта, усиливая неблагоприятное экологическое воздействие /142/. В общем виде для кислых почв с учетом растворимости соединений различных ТМ их можно расположить в следующий убывающий ряд: Cd > Ni > Zn > Mn > Cu > Pb > Hg /155/.

 $Ka\partial Mu\ddot{u}$. Загрязнение почв кадмием рассматривается как наиболее серьезная опасность для здоровья. Концентрация Cd в почвенных растворах относительно низкая и, по имеющимся данным, составляет 0,2–6 мкг/л, более высокие значения указывают на заражение почвы /156/.

Никель. Состояние Ni в почвах во многом определяется его содержанием в материнских породах. Уровень концентрации никеля в верхнем слое почв зависит от почвообразующих процессов и техногенного загрязнения.

Содержание Ni в почвах мира колеблется в широких пределах от 1 до примерно 100 мг/кг. Самое высокое содержание Ni наблюдается в глинистых и суглинистых почвах, на основных и вулканических породах и в почвах, богатых органикой /156/.

Цинк. Валовое содержание цинка в незагрязненных почвах обусловлено содержанием элемента в материнской породе. Ил легко адсорбируется как минералами, так и органическими компонентами, поэтому в большинстве типов почв наблюдается его аккумуляция в поверхностных горизонтах. Среднее содержание Ил в поверхностных слоях почв различных стран измеряется в пределах 17–125 мг/кг. Наибольшие средние величины установлены для некоторых аллювиальных почв, солончаков и каштаноземов, а наинизшие – для светлых минеральных и органических почв /156/.

Медь считается одним из наиболее подвижных ТМ в гипергенных процессах. В различных почвах содержание Си может сильно варьировать, это зависит от наличия органического вещества, гранулометрического состава. Валовое содержание Си в поверхностных слоях фоновых почв различных стран мира колеблется в пределах 6−60 мг/кг /156/. По имеющимся данным /48/, минимальная концентрация отмечена в песках, максимальная в глинистых почвах, среднее содержание Си в торфяниках верховых 3 мг/кг (колебания 1−5 мг/кг).

Свинец. Естественное содержание Рb в почвах наследуется от материнских пород. Концентрации Рb в верхних горизонтах различных почв колеблются в пределах 3–189 мг/кг. Средние значения по типам почв составляют 10–67мг/кг (общее среднее 32 мг/кг).

Фоновая концентрация свинца в почвах Томского Приобья колеблется в пределах 11,0–22,0 мг/кг /157/. Среднее содержание свинца в почвах России составляет от 2,6 до 43 мг/кг – валовые формы.

Рмуть, попадая в воздух и почву в виде неорганических соединений, при небольших концентрациях может и не представлять слишком большой опасности. Однако, попадая в водные объекты, ртуть переходит в высокотоксичную метилированную форму; это делает проблему загрязнения ртутью, даже при содержании ее в воздухе в пределах ПДК, чрезвычайно серьезной – токсичность ртути увеличивается в 30–100 раз /158/.

Наиболее важные геохимические свойства ртути: 1) склонность к образованию сильных связей с серой; 2) образование органо-металлических соединений, сравнительно устойчивых в водной среде; 3) летучесть элементарной ртути.

Средние концентрации Hg в поверхностных слоях почв всего мира не превышает 400 мкг/кг /156/.

Ванадий. Геохимические свойства ванадия во многом зависят от степени его окисления (+2, +3, +4, +5) и кислотности среды. Верхние горизонты подзолистых почв в результате интенсивного выщелачивания обеднены ванадием по сравнению с нижележащими слоями. В целом распределение этого элемента в почвенном профиле довольно однородно, а существующие вариации обусловлены составом материнских пород. Самые высокие концентрации ванадия (150–460 мг/кг) характерны для почв, развитых на основных породах, а самые низкие (5–22 мг/кг) – для торфянистых почв. Среднее мировое содержание ванадия в почвах оценивается в 90 мг/кг.

Xром. Уровни содержания хрома в почвах зависят от таковых в материнских породах. Общее среднее содержание хрома в поверхностном слое почв мира в целом оценивается в 65 мг/кг.

Исследованиями Л.П. Рихванова с соавт. /159/ установлено, что содержание никеля в почвах районов Томской области составляет 38 мг/кг, цинка - 73 мг/кг, меди - 50 мг/кг, свинца - 18 мг/кг, ртути от 0,09 мг/кг, ванадия - 74 мг/кг, хрома - 282 мг/кг.

Содержание в почвах тяжелых металлов сложно оценивать, поскольку они входят в естественный состав почв и минералов. Существующие ПДК тяжелых металлов в почвах (табл. 6.7) не рассчитаны для конкретной природно-климатической зоны, поэтому единственной оценкой является выявление пространственных и временных закономерностей и сравнение результатов со средними фоновыми значениями.

Существенных различий при сравнении содержания кислоторастворимых форм ТМ в фоновых почвах (табл. 6.5) и почвах/грунтах контрольных пунктов наблюдений (табл. 6.6) не выявлено. Согласно полученным данным и данным, приведенным в работах других авторов /156–159/, можно сделать вывод, что почвы и грунты исследуемой территории не загрязнены ТМ и полностью соответствуют природно-геохимической обстановке.

Грунты в зонах санитарной охраны (водозаборных сооружений, вахтовых поселков, полигонов складирования твердых и жидких бытовых отходов) (табл. 6.6) также не подвержены химическому загрязнению, а

бактериологический анализ показал отсутствие на территории данных объектов бактерий – возбудителей инфекционных заболеваний.

Выводы. В процессе экологического мониторинга почвенного покрова Васюганской группы месторождений (2000–2004 гг.) установлены фоновые значения основных химических загрязнителей – органических и минеральных, что имеет большое значение для дальнейшего наблюдения и экологического мониторинга.

Полученные данные первого года мониторинговых наблюдений в контрольных пунктах наблюдений не дают полной картины о загрязнении и происходящих в почвах/грунтах процессах. Однако можно сделать вывод, что на данный момент почвы/грунты исследуемой территории не загрязнены нефтепродуктами, хлоридами и тяжелыми металлами, находятся в удовлетворительном состоянии и соответствуют природно-геохимической обстановке региона.

В настоящее время мониторинговые исследования продолжаются. В последующем полученные данные позволят точно установить границы латерального и радиального распределения поллютантов при дальнейшем обустройстве месторождений и возможных авариях нефтепромыслового оборудования, сопровождающихся загрязнениями обширных площадей. Таким образом, дать объективную оценку влияния нефтегазодобывающего комплекса на состояние почвенного покрова Томской области станет возможным после полного проведения разработанной программы по выполнению локального экологического мониторинга почв.

6.3. Оценка результатов наблюдения за состоянием донных отложений

Донные отложения в условиях интенсивного антропогенного воздействия на водные объекты стали играть все более значительную роль во внутриводоемных процессах. Они перестали быть фактором улучшения качества воды за счет осаждения и сорбции в них из водной массы различных загрязняющих веществ, в основном антропогенного характера. За последние годы в донных отложениях большинства водных объектов экономически развитых стран содержание загрязняющих веществ на порядок, а во многих случаях даже на несколько порядков превышает их концентрации в воде. Стала актуальной проблема количественной оценки поступления основных загрязняющих веществ из донных отложений в воду. При такой ситуации решение ряда первостепенных водохозяйственных задач, в том числе прогноз качества воды с целью его контроля и регулирования и разработка мероприятий по снижению загрязнения природных вод, не может быть осуществлено без учета степени загрязненности донных отложений и количественной оценки вторичного потока (из донных отложений в воду) загрязняющих веществ, особенно на уровне допустимой антропогенной нагрузки /160/.

Донные отложения, являясь конечным этапом ландшафтно-геохимических взаимодействий, интегрируют геохимические особенности водосборной площади. Это позволяет выявить техногенные потоки и оценить техногенную нагрузку на водоток. Известно, что возможен переход загрязняющих веществ из донных отложений в водную фазу и наоборот. Вывод химического элемента из водной фазы свидетельствует о временном самоочищении водной массы, но не водного объекта как экологической системы. Осаждение загрязняющих веществ, мигрирующих с водной массой, определяется разнообразными формами рельефа, структурные особенности которого определяются гидродинамическими параметрами водотока и литологией руслоформирующих отложений.

Донные отложения водотоков и водоемов количественно оценены общими физико-химические показателями: потеря при прокаливании или зольность, гигроскопическая влажность, рН водной вытяжки, удельная электропроводность, обменный марганец, углеводороды нефти и нефтепродуктов (неполярные и малополярные углеводороды), тяжелые металлы (кислото-растворимые формы). Результаты физико-химических анализов приведены в табл. 6.8 и 6.9.

В настоящее время в литературе данные о качестве донных отложений водотоков и водоемов Томской области и утвержденные экологические нормативы содержания микроэлементов и нефтепродуктов в донных осадках отсутствуют. Поэтому при анализе полученных результатов были использованы ПДК для почв (валовые и подвижные формы) и имеющиеся литературные и фондовые данные по Западно-Сибирскому региону.

Нефтепродукты. При анализе полученных результатов были использованы: степень загрязненности нефтепродуктами для почв /161/ и градация содержания нефтяных углеводородов, приведенная Уваровой в 1989 г. для водотоков и водоемов Обы-Иртышского бассейна /162/.

Согласно степени загрязненности нефтепродуктами для почв допустимый уровень загрязнения нефтепродуктами составляет до 1 г/кг. Низкий уровень загрязнения — от 1 до 2 г/кг, средний — от 2 до 3, высокий — от 3 до 4 и очень высокий — более 5 г/кг.

По данным В.И. Уваровой /162/, при содержании нефтяных углеводородов от 0,005 до 0,025 г/кг донные отложения водотоков и водоемов Обы-Иртышского бассейна относятся к категории слабозагрязненных, от 0,025 до 0,055 г/кг — умеренно загрязненных, 0,055—0,205 г/кг — к категории загрязненных, 0,205—0,500 г/кг — к категории грязных, выше 0,500 г/кг — очень грязных.

К сожалению, приведенная шкала содержания нефтепродуктов не может быть адекватно использована для оценки степени загрязнения всех донных отложений и не учитывает генезис и состав донных грунтов. Градация, предложенная В.И. Уваровой, по нашему мнению, скорее всего применима для отложений крупных рек бассейна р. Обь. Донные грунты таких водотоков в основном сложены песчаными и суглинистыми фракциями,

Т а б л и ц а 6.8 Физико-химические и литохимические свойства донных отложений водотоков и водоемов бассейна р. Васюган

| № пункта пробо- отбора | Состав | Год | УВ в донных грунтах, г/кг | УВ в воде, мг/дм ³ | УЭ, мкСим/см | ΓΒ, % | ППП / Зольность, % | _P H _{H2O} | Fe, г/кг | Mn в донных грунтах, мг/кг | Мп в воде, мг/дм³ |
|---------------------------------|-----------------------|------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Суглинок, | 2002 | 0,095 | 0,095 | 54,9 | 3,65 | - / 92,3 | 5,6 | 3,95 | 65 | 0,06 |
| 1 | детрит, ил | 2004 | 0,820 | 0,820 | 227 | _ | - | 5,4 | - | - | _ |
| 2 | Песок, детрит, | 2002 | 0,138 | 0,138 | 48,3 | 2,07 | 5,1 / – | 6,3 | 3,5 | 98 | 0,08 |
| 2 | ил | 2004 | 0,760 | 0,760 | 83,6 | - | - | 7,0 | - | - | 0,14 |
| | Сильно заи- | 2003 | 0,535 | 0,535 | 36,4 | 7,9 | 33 / – | 6,7 | 0,35 | 36,4 | 1,75 |
| 3 | ленный суг- линок | 2004 | 0,368 | 0,368 | 72,1 | - | - | 5,1 | _ | _ | 0,19 |
| | Заиленный | 2003 | 0,171 | 0,171 | 38,8 | 7,9 | 18,0 / – | 5,6 | 3,3 | 244 | 0,34 |
| 4 | детрит, суг- линок | 2004 | 0,251 | 0,251 | 41,3 | - | - | 6 | - | _ | 0,12 |
| | Полуразло- | 2001 | 0,344 | 0,344 | 60,4 | 6,7 | - / 62,5 | 5,7 | 5,2 | 10 | 0,05 |
| 5 | жившийся | 2003 | 0,459 | 0,459 | 18,1 | 14,3 | - / 57,1 | 5,9 | 2,2 | 23 | 0,11 |
| | торф и детрит | 2004 | 0,726 | 0,726 | 212,0 | - | - | 5,7 | _ | - | 0,04 |
| | | 2001 | 0,280 | 0,280 | 201 | 5,6 | 27,2 / – | 5,1 | 1,90 | 222 | 0,11 |
| 6 | Детрит, ил | 2003 | 0,382 | 0,382 | 161,1 | 11,5 | 25,4 / – | 5,9 | 1,35 | 116 | 0,37 |
| | | 2004 | 0,681 | 0,681 | 136,7 | 1 | - | 5,6 | _ | - | - |

Продолжение табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|------|---------|---------|-------|-------|----------|-----|------|-------|--------|
| | | 2001 | 2,640 | 2,640 | 60,7 | 3,9 | 15,8 / – | 5,8 | 2,30 | 93 | - |
| 7 | Суглинок, детрит | 2003 | 0,523 | 0,523 | 30,2 | 11,3 | 7,7 / – | 6,0 | 2,55 | 121 | 0,36 |
| | | 2004 | 0,308 | 0,308 | 39,8 | - | - | 5,6 | - | _ | 0,19 |
| 8 | Детрит, заи- ленный суг- линок, песок | 2004 | 0,583 | 0,583 | 158,8 | - | _ | 6,0 | - | - | - |
| 9 | Тяжелый суг- линок, разло- жившийся детрит | 2004 | 0,737 | 0,737 | 80,5 | - | - | 5,8 | - | - | 0,068 |
| | | 2001 | 0,704 | 0,704 | 81,2 | 1,4 | 5,4 / – | 6,1 | 2,30 | 238 | 0,10 |
| 10 | Суглинок, детрит | 2003 | 1,010 | 1,010 | 166,8 | 11,8 | 6,6 / – | 6,5 | 1,80 | 129 | 0,76 |
| | дегриг | 2004 | 0,760 | 0,760 | 42,2 | - | - | 5,7 | - | - | 0,15 |
| 11 | Ил, суглинок, | 2003 | 1,160 | 1,160 | 29,8 | 10,7 | -/60,0 | 6 | 0,45 | < 5,5 | 0,29 |
| 11 | детрит | 2004 | 2,320 | 2,320 | 108,2 | _ | _ | 5,5 | _ | ı | _ |
| | | 2000 | 91,650 | 91,650 | - | 5,53 | 45,6 / – | 5,3 | 12,7 | 31 | - |
| 12 | Детрит, суг- | 2002 | 45,600 | 45,600 | 91,2 | 4,71 | 4,8 / – | 5,8 | 4,15 | 106 | < 0,05 |
| 12 | линок | 2003 | 64,600 | 64,600 | 68,7 | 9,20 | -/61,6 | 5,4 | 3,2 | 9 | 0,29 |
| | | 2004 | 107,700 | 107,700 | 26,3 | | | 5,7 | _ | _ | _ |
| 13 | Песок | 2002 | < 0,020 | < 0,020 | 22,7 | < 1,0 | 0,9 / – | _ | 1,28 | < 5,5 | < 0,05 |
| 13 | TIECOK | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 23,7 | - | _ | 5,2 | - | - | - |

Продолжение табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------------------------|------|---------|---------|-------|-------|----------|-----|------|-------|--------|
| | 0.5 | 2002 | 0,021 | 0,021 | 23,4 | 1,55 | 3,8 / – | | 3,31 | 35 | < 0,05 |
| 14 | Слабо заилен- ный песок | 2003 | 0,025 | 0,025 | 18,1 | < 0,5 | 0,7 / – | 5,8 | 0,46 | 6 | 0,26 |
| | | 2004 | 0,025 | 0,025 | 22,5 | _ | - | 4,9 | - | - | 0,048 |
| | Суглинок, | 2001 | 0,036 | 0,036 | 36,2 | 0,4 | -/99,5 | 6,6 | 0,40 | 7 | 0,13 |
| 15 | глина, немно- | 2003 | 0,130 | 0,130 | 89,8 | 5,9 | 8,2 / – | 6,5 | 1,40 | 93 | 0,40 |
| | го детрита | 2004 | 0,178 | 0,178 | 100,2 | - | - | 5,7 | - | - | - |
| | | 2001 | 0,077 | 0,077 | 64,8 | 2,4 | 7,2 / – | 6,2 | 1,90 | 55 | 0,27 |
| 16 | Легкий сугли- нок, ил | 2003 | 0,698 | 0,698 | 55,4 | 9,7 | 6,8 / – | 6,6 | 3,85 | 221 | 0,37 |
| | , | 2004 | 1,400 | 1,400 | 90,7 | _ | - | 6,3 | - | ı | 0,121 |
| | | 2001 | 0,019 | 0,019 | 28,3 | 0,3 | 0,9 / – | 7,1 | 0,3 | < 5,5 | 0,15 |
| 17 | Песок | 2003 | < 0,025 | < 0,025 | 53,2 | 1,2 | 1,4 / – | 6,4 | 1,46 | 13 | 0,49 |
| | | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 30,4 | _ | _ | 5,0 | - | - | _ |
| 18 | Слабо заилен- | 2003 | < 0,025 | < 0,025 | 59,5 | 0,8 | 0,9 / – | 5,3 | 0,65 | < 5,5 | 0,34 |
| 10 | ный песок | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 43,6 | _ | _ | 6,0 | - | _ | _ |
| 19 | Слабо заилен- | 2003 | < 0,025 | < 0,025 | 14,6 | 0,5 | 0,8 / – | 5,8 | 0,26 | 6 | 0,54 |
| 19 | ный песок | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 10,8 | _ | _ | 5,5 | _ | ı | _ |
| | Почвенные | 2002 | 0,116 | 0,116 | 65,3 | 4,3 | -/89,6 | 6,0 | 5,48 | 81 | < 0,05 |
| 20 | наносы, суг- | 2003 | 0,124 | 0,124 | 67,0 | 6,5 | 11,6 / – | 6,5 | 1,95 | 79 | 0,49 |
| | линок | 2004 | 0,332 | 0,332 | 84,8 | - | - | 5,4 | - | ı | _ |

Продолжение табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|------------------------------|------|---------|---------|-------|------|----------|-----|------|-------|--------|
| | Заиленный | 2002 | 0,111 | 0,111 | 57,1 | 7,2 | - | 6,0 | 4,77 | 80 | < 0,05 |
| 21 | суглинок, | 2003 | 0,138 | 0,138 | 53,2 | 12,9 | 12,7 / – | 6,1 | 2,85 | 122 | 0,46 |
| | детрит | 2004 | 0,553 | 0,553 | 102,9 | _ | - | 6,3 | - | - | 0,08 |
| | _ | 2001 | 0,068 | 0,068 | 76,9 | 2,2 | 9,1 / – | 6,2 | 2,09 | 200 | 0,29 |
| 22 | Заиленный суглинок | 2003 | 0,121 | 0,121 | 20,8 | 14 | 10,6 / – | 6,2 | 6,3 | 14 | 0,42 |
| | cyroninon. | 2004 | 0,038 | 0,038 | 34,2 | _ | - | 5,5 | _ | - | - |
| 23 | Заиленный | 2003 | 0,029 | 0,029 | 41,8 | 1,3 | 4,1 / – | 6,0 | 1,31 | 118 | 0,60 |
| 23 | песок | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 32,3 | _ | - | 6,0 | | | _ |
| | | 2001 | 0,101 | 0,101 | - | _ | - | - | - | - | 0,21 |
| 24 | Слабо заилен- ный песок | 2003 | 0,039 | 0,039 | 37,1 | 1,2 | 1,3 / – | 4,7 | 0,44 | 53 | 0,38 |
| | nous needs | 2004 | 0,028 | 0,028 | 23,8 | _ | - | 5,1 | _ | - | - |
| 25 | Песок, сугли- нок, детрит | 2004 | 0,043 | 0,043 | 20,1 | - | - | 5,2 | - | - | - |
| 26 | Cymruson wr | 2003 | 0,034 | 0,034 | 57,9 | | 3,8 / – | 6,8 | 1,38 | 30 | 0,35 |
| 26 | Суглинок, ил | 2004 | 0,034 | 0,034 | 23,7 | | | 6,3 | | | - |
| 27 | Песок | 2003 | 0,038 | 0,038 | 38,3 | _ | 1,2 / – | 6,6 | 0,79 | < 5,5 | 0,35 |
| 2/ | Песок | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 52,7 | _ | - | 6,1 | _ | - | _ |
| | Суглинок, ил, | 2003 | 0,133 | 0,133 | 42,7 | _ | 10,2 / – | 6,2 | 1,15 | 150 | 0,76 |
| 28 | немного дет- рита | 2004 | 0,058 | 0,058 | 88,9 | - | - | 6,4 | - | - | _ |

Продолжение табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|--------------------------------|------|---------|---------|-------|------|----------|-----|------|-----|-------|
| | Суглинок, ил, | 2000 | 0,033 | 0,033 | - | 1,58 | 2,23 / – | 6,1 | 4,7 | 51 | _ |
| 29 | немного дет- | 2003 | 0,055 | 0,055 | 54,8 | - | 7,2 / – | 6,2 | 1,75 | 44 | 0,59 |
| | рита | 2004 | 0,127 | 0,127 | 60,8 | - | - | 6 | - | - | - |
| | Суглинок, | 2000 | 0,138 | 0,138 | - | 1,24 | 2,52 / - | 7 | 4,49 | 21 | - |
| 30 | песок, ил, | 2003 | 0,069 | 0,069 | 69,2 | 2,1 | 3,1 / - | 6,3 | 2,4 | 226 | 0,36 |
| | детрит | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 20,9 | 1 | _ | 5,8 | _ | _ | 0,16 |
| 31 | Суглинок, | 2003 | 0,041 | 0,041 | 61,4 | 2,4 | 4,0 / – | 6,4 | 3,3 | 51 | 0,36 |
| 31 | песок, ил | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | 20,9 | 1 | _ | 5,8 | _ | _ | _ |
| 32 | Легкий суглинок, песок, детрит | 2004 | 0,058 | 0,058 | 64,5 | I | ı | 6,5 | - | ı | 0,06 |
| | Детрит, заи- | 2000 | 0,195 | 0,195 | _ | 6,55 | -/69,2 | 6,4 | 9,9 | 83 | _ |
| 33 | ленный суг- | 2003 | 0,157 | 0,157 | 123,0 | 9,5 | 28,3 / – | 6,1 | 1,35 | 289 | 0,69 |
| | линок | 2004 | 0,39 | 0,39 | 148,1 | I | _ | 6,6 | - | _ | 0,32 |
| | | 2001 | 0,037 | 0,037 | 41,6 | 4,2 | 3,2 / – | 6,6 | - | 569 | 0,31 |
| 34 | Заиленные | 2002 | 0,049 | 0,049 | 50,3 | 3,33 | 6,4 / – | 6 | 5,05 | 76 | 0,21 |
| 34 | суглинки, песок | 2003 | 0,043 | 0,043 | 52,8 | 3,5 | 3,4 / – | 6,5 | 0,46 | 316 | 0,32 |
| | | 2004 | 0,092 | 0,092 | 86,5 | | - | 6,2 | | - | 0,062 |
| | Сильно заи- | 2002 | 0,045 | 0,045 | 119,4 | 3,65 | 5,5 / – | - | 4,05 | 6 | 0,18 |
| 35 | ленный песок, | 2003 | 0,096 | 0,096 | 112,1 | 5,3 | 7,4 / – | 6,9 | 1,6 | 36 | 0,31 |
| | суглинки | 2004 | 0,079 | 0,079 | 105,9 | - | _ | 6,5 | - | _ | _ |

Продолжение табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|----------|-----|-------|-----|-------|
| | | 2001 | 0,110 | 0,110 | 77,6 | 9,22 | 11,9 / – | 6 | _ | 24 | 1,32 |
| 36 | Полуразло- жившийся | 2002 | 0,184 | 0,184 | 77,6 | 12,1 | -/90,6 | 6,7 | 30,37 | 21 | 1,04 |
| 30 | торф и детрит | 2003 | 0,095 | 0,095 | 136,8 | 13,1 | 15,6 / – | 6,6 | 1,05 | 46 | 2,52 |
| | | 2004 | 0,086 | 0,086 | 99,6 | - | _ | 6,5 | - | - | _ |
| | Детрит, суг- | 2001 | 0,082 | 0,082 | 75,5 | 4,39 | 12,0 / – | 6,7 | - | 364 | _ |
| 37 | линок, поч- | 2002 | 0,094 | 0,094 | 101,5 | 4,42 | -/93,3 | 6,8 | 6,8 | 172 | 0,51 |
| 37 | венные нано- | 2003 | 0,064 | 0,064 | 79,8 | 4,5 | 5,4 / – | 6,6 | 2,45 | 25 | 0,58 |
| | СЫ | 2004 | 0,057 | 0,057 | 80,5 | _ | _ | 7,1 | - | - | 0,49 |
| | Суглинки, | 2001 | 0,088 | 0,088 | 87,9 | 13,18 | 16,4 / – | 6,5 | - | 8 | 0,11 |
| 38 | детрит, поч- | 2002 | 0,095 | 0,095 | 110,6 | 11,7 | -/83,8 | 7,2 | 2 | 10 | 0,36 |
| 36 | венные нано- | 2003 | 0,151 | 0,151 | 88,1 | 13 | 15,0 / – | 6,8 | 1,8 | 94 | 0,39 |
| | сы, ил | 2004 | 0,115 | 0,115 | 88,9 | - | _ | 6,3 | - | - | _ |
| | | 2002 | 0,121 | 0,121 | 128,5 | 8,3 | - / 78,6 | 6,7 | 29,88 | 6 | 0,33 |
| 39 | Песок, детрит, ил | 2003 | 0,198 | 0,198 | 103,1 | 9,6 | 15,2 / – | 6,8 | 2,8 | 464 | 0,26 |
| | | 2004 | 0,055 | 0,055 | 87,1 | _ | _ | 7,0 | - | ı | 0,084 |
| | Сильно раз- | 2002 | 3,31 | 3,31 | 76,4 | 13,4 | -/3,6 | 4,3 | 1,12 | 13 | 0,15 |
| 40 | ложившийся | 2003 | 1,952 | 1,952 | 174,4 | 11,6 | 84,1 / – | 5,5 | 1,12 | 23 | 0,22 |
| | торф | 2004 | 2,89 | 2,89 | _ | - | - | _ | _ | - | 0,017 |
| 41 | Tond | 2002 | 0,595 | 0,595 | _ | 17,0 | 56,9 / – | 6,2 | 10,8 | 8 | 0,24 |
| 41 | Торф | 2004 | 0,426 | 0,426 | 74,0 | - | _ | _ | - | _ | 0,17 |

Окончание табл. 6.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|-----------------------------|------|---------|---------|-------|------|----------|-----|------|-------|-------|
| 42 | Торф | 2002 | 0,679 | 0,679 | 118,1 | 10,5 | - / 17,4 | 6,2 | 2,92 | < 5,5 | 0,66 |
| 1.2 | Торф | 2004 | 0,626 | 0,626 | - | - | - | - | - | - | 0,23 |
| | | 2002 | < 0,020 | < 0,020 | 19,7 | < 1 | 0,7 / – | 5,3 | 0,10 | < 5,5 | 0,15 |
| 43 | Песок, немно- го детрита | 2003 | 0,114 | 0,114 | 15,2 | 0,8 | 4,3 / – | 5,0 | 0,05 | 6,0 | 0,19 |
| | ar Arriva | 2004 | < 0,025 | < 0,025 | - | _ | - | 1 | _ | - | 0,032 |
| ПДК | | | 1,0* | 0,05 | | | | | | 1500* | 0,01 |

Примечание: УЭ — удельная электропроводность, мкСим/см; ΓB — гигроскопическая влажность; $\Pi\Pi\Pi$ — потеря при прокаливании; YB — неполярные и малополярные углеводороды; * — валовые формы /161/.

Таблица 6.9 Содержание тяжелых металлов в донных отложениях водотоков и водоемов бассейна р. Васюган

| № пункта пробо- отбора | Состав | Год | Cd, мг/кг | Си, мг/кг | РЬ, мг/кг | Zn, мг/кг |
|---------------------------------|--|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Curry no constant y automatic | 2001 | < 0,1 | < 3,0 | 1,87 | 9,2 |
| 1 | Сильно заиленный суглинок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 5,8 | 78,0 |
| 2 | Заиленный детрит, суглинок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 8,0 | 66,7 |
| 3 | Harring Towns Town | 2001 | 0,56 | 3,6 | 21,69 | 20,7 |
| 3 | Полуразложившийся торф и детрит | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 19,00 | 119,0 |
| 4 | Потрите | 2001 | < 0,1 | 5,4 | 10,42 | 25,5 |
| 4 | Детрит, ил | 2003 | < 0,1 | 3,6 | 5,70 | 63,6 |
| 5 | Суглинок, детрит | 2001 | 0,25 | 8,4 | 14,89 | 17,1 |
| 6 | Детрит, заиленный суглинок, песок | 2001 | < 0,1 | 11,7 | 10,17 | 5,5 |
| 7 | Тяжелый суглинок, разложившийся детрит | 2001 | < 0,1 | 13,3 | 9,6 | 28,4 |
| 8 | Cupanita | 2001 | < 0,1 | < 3,0 | 4,58 | 18,1 |
| 8 | Суглинок, детрит | 2003 | < 0,1 | 3,0 | 19,3 | 299,3 |
| 9 | Ил, суглинок, детрит | 2000 | < 0,01 | 18,0 | 23,3 | 32,4 |
| 10 | Песок | 2000 | < 0,01 | 7,0 | 3,2 | 3,2 |
| 11 | Слабо заиленный песок | 2000 | < 0,01 | 3,0 | 3,4 | 3,2 |
| 12 | Суглинок, глина, немного детрита | 2001 | < 0,1 | 3,9 | 4,4 | 45,5 |

Продолжение табл. 6.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|-------------------------------|------|-------|-------|------|-------|
| 13 | Легкий суглинок, ил | 2001 | < 0,1 | 6,3 | 5,83 | 11,1 |
| | легкий суглинок, ил | 2003 | < 0,1 | 3,5 | 2,2 | 29,3 |
| 14 | Песок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 1,6 | 123,8 |
| 15 | Слабо заиленный песок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 2,0 | 24,5 |
| 16 | Слабо заиленный песок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 1,1 | 52,8 |
| 17 | Почвенные наносы, суглинок | 2002 | < 0,1 | 5,5 | 9,1 | 17,3 |
| | почвенные наносы, суплинок | 2003 | < 0,1 | 6,1 | 7,7 | 122,7 |
| 18 | Заиленный суглинок, детрит | 2003 | < 0,1 | 6,0 | 8,4 | 66,8 |
| 19 | Заиленный суглинок | 2001 | < 0,1 | 5,2 | 5,2 | 35,9 |
| 20 | Заиленный песок | 2003 | < 0,1 | 3,5 | 8,4 | 267,8 |
| 21 | Слабо заиленный песок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 3,2 | 85,1 |
| 22 | Суглинок, ил | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 1,3 | 52,3 |
| 23 | Песок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 1,4 | 93,7 |
| 24 | Суглинок, ил, немного детрита | 2000 | < 0,1 | < 3,0 | 11,4 | 23,4 |
| 24 | | 2003 | < 0,1 | 5,4 | 3,2 | 107,5 |
| 25 | Суглинок, ил, немного детрита | 2000 | < 0,1 | < 3,0 | 4,2 | 34,5 |
| | Суглинок, ил, немного детрита | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 4,2 | 34,5 |
| 26 | Суглинок, песок, ил, детрит | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 3,8 | 23,6 |
| 27 | Суглинок, песок, ил | 2003 | 0,12 | < 3,0 | 3,5 | 31,3 |
| 28 | Детрит, заиленный суглинок | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 2,9 | 87,9 |

Окончание табл. 6.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|---------------------|-------|-------|------|-------|
| 29 | | 2001 | < 0,1 | 6,3 | 8,64 | 15,5 |
| | Заиленные суглинки, песок | 2002 | < 0,1 | 8,0 | 10,0 | 36,2 |
| | | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 2,4 | 30,5 |
| 30 | Curry no pour autre vir room, au manur | 2002 | < 0,1 | 5,7 | 7,0 | 27,8 |
| | Сильно заиленный песок, суглинки | 2003 | < 0,1 | 4,2 | 4,2 | 27,0 |
| | | 2001 | 0,67 | 6,3 | 8,67 | 67,4 |
| 31 | Полуразложившийся торф и детрит | 2002 | < 0,1 | 6,6 | 4,8 | 25,3 |
| | | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 8,3 | 271,2 |
| 32 | Детрит, суглинок, почвенные наносы | 2001 | < 0,1 | 10,9 | 9,58 | 21,2 |
| | | 2002 | < 0,1 | 7,7 | 11,6 | 32,2 |
| | | 2003 | < 0,1 | < 3,0 | 6,1 | 30,6 |
| 33 | Суглинки, детрит, почвенные наносы, ил | 2001 | < 0,1 | 13,6 | 9,06 | 66,7 |
| | | 2002 | < 0,1 | < 3,0 | 2,8 | 22,6 |
| | | 2003 | < 0,1 | 8,5 | 8,7 | 267,0 |
| 34 | Песок, детрит, ил | 2002 | < 0,1 | 10,2 | 11,4 | 25,7 |
| 34 | песок, детрит, ил | 2003 < 0,1 4,1 10,9 | | 10,9 | 44,2 | |
| 35 | Сильно разложившийся торф | 2002 | < 0,1 | < 3,0 | 7,5 | 30,2 |
| 36 | Торф | 2002 | < 0,1 | 10,7 | 7,5 | 80,8 |
| 37 | Торф | 2002 | < 0,1 | 6,7 | 3,9 | 32,3 |
| 38 | Песок, немного детрита | 2002 | < 0,1 | < 3,0 | 1,1 | < 5,0 |

нередко с примесью ила и детрита. Илистые или детритные отложения в таких реках встречаются крайне редко. Совсем иные значения зафиксированы в донных грунтах, образованных разложившимся детритом или торфом. Концентрация неполярных и малополярных углеводородов в таких отложениях достигает до 3 г/кг.

В связи с вышесказанным целесообразно учитывать происхождение и состав донных грунтов. Все обследованные образцы донных отложений подразделены нами на следующие основные группы:

- отложения с преобладанием песчаных фракций;
- отложения с преобладанием суглинистых фракций;
- отложения органического происхождения (детритные и торфяные).

Исследования показывают, что содержание нефтепродуктов в донных отложениях бассейна р. Оби зависят от гранулометрического состава и содержания органических веществ /163/.

Кроме того, существует точка зрения относительно генезиса углеводородов, в соответствии с которой предполагается, что углеводороды с четным количеством атомов углерода имеют техногенное происхождение, а с нечетным — синтезируются растениями, причем относительно низкомолекулярные углеводороды синтезируются растениями: $(C_{15}:C_{21})$ синтезирует водная растительность, а более высокомолекулярные $(C_{25}:C_{35})$ — наземная растительность /164/.

Учитывая вышесказанное, мы склонны придерживаться термина малополярные и неполярные углеводороды, а не нефтепродукты. Термин нефтепродукты используется нами при явно выраженном техногенном характере их происхождения.

В проанализированных образцах донных отложений естественное содержание неполярных и малополярных углеводородов составляет от < 0,02 до 3,31 г/кг (табл. 6.9). Минимальным содержанием — от < 0,02 до 0,138 мг/кг — полярных и неполярных углеводородов характеризуются донные отложения, сформированные в основном песчаными фракциями (рис. 6.4). Средние показания концентрации углеводородов в донных грунтах имеют отложения с преобладанием суглинков от 0,034 до 0,334 г/кг (рис. 6.5). Максимальные значения концентрации углеводородов зафиксированы в реках и озерах, в отложениях которых преобладают илы, разложившийся детрит и торф от 0,086 до 3,31 г/кг (рис. 6.5).

Постоянное накопление углеводородов наблюдается и в детритноилистых отложениях верхнего участка р. Еллекулум-Ях, в среднем течении р. Глухая и р. Большой Юнкуль, в заиленных суглинках р. Лонтын-Ях, в песчано-суглинистых осадках р. Чертала. По данным мониторинга донных грунтов этих водотоков, проводимых в 2001–2004 гг., содержание углеводородов в детритно-илистых отложениях увеличилось с 0,280 до 0,726 г/кг, в заиленных суглинках с 0,111 до 0,553 и песчано-суглинистых с 0,037 до 0,092 г/кг.

Характер накопления полярных и неполярных углеводородов на обследованных участках рек, скорее всего, обусловлен естественными причинами

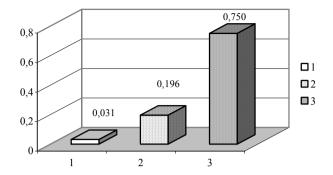


Рис. 6.4. Среднее содержание неполярных и малополярных углеводородов (г/кг) в донных отложениях обследованных рек и озер, не подверженных техногенному воздействию, по данным 2000–2004 гг.

1 – отложения с преобладанием песчаных фракций; 2 – отложения с преобладанием суглинистых фракций; 3 – отложения органического происхождения.

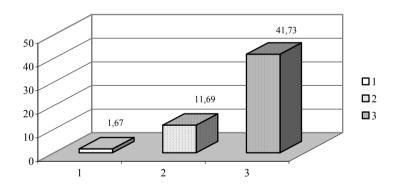


Рис. 6.5. Среднее содержание органического вещества (%) в донных отложениях обследованных рек и озер, не подверженных техногенному воздействию, по данным 2000–2004 гг.

1 – отложения с преобладанием песчаных фракций; 2 – отложения с преобладанием суглинистых фракций; 3 – отложения органического происхождения.

(на крупных водотоках – перемещение массы отложений при половодье, на малых – накопление естественной органики и т.п.).

Данные о высоком содержании природной органики в торфяных отложениях подтверждаются результатами анализа потери при прокаливании и зольности (рис. 6.4). Чем выше значение зольности, тем больше в пробе содержание минерального остатка. А показатель потери при прокаливании говорит об относительном содержании органической составляющей пробы (табл. 6.8). Самый низкий процент зольности — 3,6% — в пробе торфяных отложений оз. Армичево, выше зольность — 57,1% — в пробе, взятой со дна р. Еллекулум-Ях. Наибольшее значение этого показателя — 99,5% установлено в пробе, отобранной со дна р. Лонтын-Ях, где донные отложения составляют суглинки и глина. Песчаные и глинистые отложения большинства обследованных водотоков обеднены органическим веществом и обладают низкими значениями потери при прокаливании (от 0,7 до 15,8%), а в отложениях, образованных торфами и детритом, значения этого показателя составляют от 28,3 до 84,1% (табл. 6.8).

Косвенным подтверждением наличия большого или низкого содержания органического вещества служит показатель гигроскопической влажности. В пробах, образованных торфяными и детритными отложениями, гигроскопическая влажность имеет наибольшие значения — от 11,5 до 17,0%, в суглинистых или песчано-суглинистых значение этого показателя колеблется от 2,07 до 9,7%, а в песчаных грунтах зафиксированы самые минимальные — от менее 0,5 до 1,3% (табл. 6.8).

Тяжелые фракции нефтепродуктов, преобладающие в донных отложениях, в основном осаждаются вблизи загрязненных участков на нефтяных месторождениях. Основная масса загрязняющих веществ от объектов НГК поступает в водотоки с поверхностным и подземным стоком с буровых и технологических площадок, мест аварий на трубопроводах, с водами рек и их притоков, пересекающих районы нефтедобычи. В малых реках, протекающих по территории нефтепромыслов, содержание нефтепродуктов значительно выше и зачастую превышает 0,1 г/кг грунта /169/.

Значительная часть нефтяных углеводородов находится во взвешенной фракции и рано или поздно поступает на дно, где их биохимическая трансформация резко замедляется, и они накапливаются в осадках. Наши исследования показывают, что аномальное содержание нефтепродуктов в донных отложениях зафиксировано вблизи мест аварийных разливов нефти и напрямую зависит от срока эксплуатации нефтепромыслов. Наиболее грязные грунты обнаружены на месторождениях, срок эксплуатации которых достигает более десяти лет. Концентрация нефтепродуктов в донных отложениях водотоков, пересекающих такие месторождения нефти, зависит от частоты аварийных ситуаций и количества разливаемой нефти.

Самые загрязненные нефтепродуктами грунты обнаружены на левом притоке р. Черемшанка, где их концентрация достигает 107,7 г/кг. Наиболее грязными донные осадки этого водотока были в 2000 и в 2004 г., в период с 2002 по 2004 г. происходило постоянное накопление нефтепродуктов (табл. 6.8, рис. 6.6). Левый приток р. Черемшанка пересекает нефтепромысел, разработка которого начата в 1986 г.

Неблагоприятная ситуация складывается в верхнем течении р. Махня: по истечении двух лет на данном участке реки произошло увеличение кон-

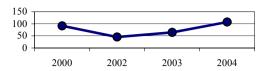


Рис. 6.6. Изменение концентрации углеводородов нефти (г/кг) в донных отложениях левого притока р. Черемшанка в период 2000–2004 гг.

центрации нефтепродуктов в донных грунтах в 5-8 раз. Аномальное содержание углеводородов нефти установлено и в суглинистых отложениях р. Большая Налимка, р. Катыльга и в среднем течении р. Еллекулум-Ях. По данным мониторинга в контрольном створе р. Катыльга, расположенном ниже зоны влияния нефтепромыслов, наблюдается непрерывное повышение содержания нефтяных углеводородов от 0.077 г/кг в 2001 г. до 1,4 г/кг в 2004 г. (табл. 6.8, рис. 6.7). Более благоприятная ситуация отмечена в контрольном створе р. Еллекулум-Ях. На обследованном участке реки в 2003 г. зафиксировано максимальное содержание нефтепродуктов – 1.01 г/кг, а к 2004 г. концентрация углеводородов снизилась до 0.76 г/кг (табл. 6.8). Загрязнение донных грунтов выше перечисленных водотоков носит выраженный техногенный характер, высокое содержание углеводородов объясняется влиянием местных источников: локальное загрязнение земель в результате аварийных разливов нефти и смыв нефтепродуктов с технологических объектов нефтедобычи, расположенных вблизи водотоков. Отложения этих участков рек классифицируются как очень грязные.

Положительная ситуация очищения донных осадков складывается на контрольном участке р. Глухая. Здесь произошло самоочищение донных осадков, в результате концентрация углеводородов нефти снизилась с 2,640 г/кг в 2001 г. до 0,308 г/кг в 2004 г. (табл. 6.8). Результатом снижения массовой доли нефтепродуктов в донных грунтах является прекращение попадания нефти в водоток, что происходит при ликвидации нефтезагрязненных земель и последующей их рекультивации.

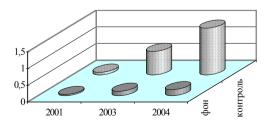


Рис. 6.7. Изменение концентрации углеводородов нефти (г/кг) в донных отложениях р. Катыльга в период 2001–2004 гг.

Удельная электропроводность. Высокие значения удельной электропроводности фиксируют в донных отложениях на участках рек, подверженных техногенному воздействию в результате добычи технической воды. Одновременно с добычей нефти на промыслах осуществляют добычу высокоминерализованной пластовой воды, которая так же, как и нефть, может попадать в водотоки в случае аварийных ситуаций. При постоянном попадании высокоминерализованной пластовой воды в водоток происходит накопление слаборастворимых солей и оксидов металлов в донных осадках. Донные отложения обследованных водотоков, протекающих по территории месторождений нефти, характеризуются низкими значениями удельной электропроводности, косвенно отражающими общую минерализацию и общее содержание растворимых солей. В пробах донных отложений значения удельной электропроводности варьируют в широких пределах от 10,8 мкСим/см на р. Зырян-Пех до 227,0 мкСим/см в верхнем течении р. Махня. При анализе установлена следующая закономерность песчаные, зачастую с примесью ила, грунты обладают самыми минимальными значениями этого показателя, его значения колеблются в диапазоне от 10,8 до 59,5 мкСим/см. Максимальные величины удельной электропроводности – от 74,0 до 174,4 мкСим/см – зафиксированы в отложениях с преобладанием органики (разложившийся торф, детрит, ил органического происхождения).

Отсутствие экологических нормативов и каких-либо литературных данных по этому показателю в настоящее время затрудняет окончательный вывод о степени загрязнения донных отложений высокоминерализованными водами. На мы можем только констатировать очевидное загрязнение участков водотоков высокоминерализованными водами при непосредственном попадании их в водотоки.

Аномально высокие значения удельной электропроводности установлены в отложениях водотоков, испытывающих загрязнение высокоминерализованной водой, как при прямом ее попадании в водоток, так и вместе с нефтью. Примером загрязнения высокоминерализованной технической водой природных водотоков может служить анализ удельной электропроводности на одном из водотоков нефтяных месторождений, где значение этого показателя в донных отложениях составило 228,0 мкСим/см, а в поверхностной воде 2070,0 мкСим/см (водоток не приведен в таблицах).

Микроэлементный состав донных отложений. Поскольку утвержденные экологические нормативы содержания микроэлементов в донных отложениях отсутствуют, при анализе полученных результатов были использованы ПДК для почв (валовые формы) и данные о содержании микроэлементов в донных отложениях рек Обь-Иртышского бассейна из литературных и фондовых источников.

По данным Д.В. Московченко (2001 г.), поверхностные воды таежной зоны Западной Сибири содержат стабильно высокие концентрации марганца, что делает этот элемент важным в анализе биогеохимической си-

туации в регионе. В проанализированных пробах содержание марганца по состоянию на 2000–2004 гг. изменялось от менее 5,5 до 569 мг/кг, среднее значение составило 287,25 мг/кг. Полученные нами данные о концентрации марганца в донных грунтах не превышают среднерегиональных значений. К примеру, среднее содержание марганца в донных отложениях рек и озер Тюменской области 423 мг/кг /165/, в устъе Иртыша содержание марганца колеблется от 3,85 до 975 мг/кг /166/. Полученные нами величины также значительно ниже ПДК марганца для почв (1500 мг/кг). Учитывая это, а также природное происхождение этого элемента, можно сделать вывод о том, что марганец не представляет серьезной экологической опасности.

Высокое содержание марганца в донных осадках обследованных рек и озер подтверждается данными КХА поверхностной воды. Содержание марганца в воде за редким исключением не превышает значение ПДК, в большинстве случаев концентрация марганца в воде в десятки или сотни раз выше установленной нормы (табл. 6.8), а в отдельных случаях превышает значение ПДК более чем в 400 раз (исток р. Большая Бобровка).

Одновременно в поверхностной воде зафиксированы стабильно высокие концентрации железа: по данным, приводимым В.И. Уваровой /162/, для р. Оби в пределах Тюменской области постоянно наблюдается высокое содержание железа в донных отложениях во все сезоны отбора, что вызвано природными причинами. В проанализированных образцах донных грунтов концентрация железа колебалась от 0,35 до 30,37 г/кг воздушносухого грунта, среднее значение составило 15,36 г/кг. Относительно высокое содержание марганца и железа, установленное в воде и в отложениях обследованных водотоков и водоемов, объясняется гидрогеохимическими особенностями и является повсеместным для всей территории бассейна средней Оби, которую можно рассматривать как часть железо-марганцевооргано-аммонийной гидрогеохимической провинции /167/.

Тяжелые металлы входят в число наиболее опасных загрязняющих веществ донных отложений. Благодаря процессам адсорбции на взвешенных частицах и последующей их седиментации тяжелые металлы обладают активной способностью накапливаться в донных отложениях. Для тяжелых металлов донные отложения являются местом сосредоточения большей части их запасов, наиболее емким их «вместилищем» /160/. Донные отложения водоемов являются активными накопителями тяжелых металлов, вследствие чего содержание в них микроэлементов на несколько порядков превышает концентрацию в воде. Благодаря сорбционным процессам происходит очищение воды от соединений тяжелых металлов. Однако в определенных условиях (изменение рН и Еh, наличие разнообразных комплексообразующих веществ) происходит десорбция металлов и их переход в растворенном состоянии в толщу воды, т.е. донные отложения превращаются в источники вторичного загрязнения водных объектов /168/. По данным Эколайн, максимальной способностью концентрировать тяже-

лые металлы обладают взвешенные вещества и донные отложения, затем планктон, бентос и рыбы.

Наличие меди в донных отложениях, по данным этих лет, колебалось в пределах от менее 3 до 18,0 мг/кг (табл. 6.9), максимальная концентрация этого элемента отмечена в 2000 г. в фоновом створе левого притока р. Черемшанка (пункт № 11). Для сравнения: среднее содержание меди в отложениях рек и озер Тюменской области – 49,2 мг/кг /163/. В этой же работе автор напоминает, что ПДК меди (валовые формы) составляет, по разным данным, от 23 до 100 мг/кг. Опираясь на эти данные, можно сделать вывод, что содержание меди в донных отложениях обследуемых водотоков и водоемов не представляет экологической опасности и связано с естественной аккумуляцией меди в донных отложениях.

Содержание свинца, по данным четырех лет, в проанализированных образцах составляет от 1,1 до 21,69 мг/кг (табл. 6.9). Это значительно ниже ПДК для почв (валовые формы). Как отмечает /163/, среднее содержание свинца в отложениях водоемов Тюменской области — 11,6 мг/кг. Свинец относится к элементам 1-го класса опасности, его поступление в окружающую среду во многом связано с антропогенной деятельностью. Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствуют, что обследованные образцы донных осадков по содержанию свинца относятся к чистым (табл. 6.8, 6.9).

Содержание цинка в донных отложениях имеет следующий диапазон колебаний: в 2000 г. от 3,2 до 34,5 мг/кг, в 2001 г. содержание цинка варьировало в пределах от 5,5 до 67,4 мг/кг, в 2002 г. от менее 5 в песчаных отложениях до 80,8 мг/кг в торфяных грунтах, а в 2003 г. содержание цинка в пробах заметно выросло – от 23,6 до 299,3 мг/кг (табл. 6.9). Полученные результаты близки к приводимым В.И. Уваровой /169/ данным по микроэлементному составу донных отложений р. Оби в 1996 г., где диапазон концентрации цинка варьировал от 21–342 мг/кг, а по данным Московченко /163/, содержание цинка в донных отложениях нижней Оби в пределах ХМАО имеет значительный диапазон колебаний – от 50 до 425 мг/кг. Таким образом, содержание цинка в проанализированных донных отложениях примерно соответствует среднерегиональным показателям, интенсивное загрязнение этим элементом не выражено.

Анализ проб донных отложений на содержание кадмия, по данным 2000—2003 г., показал очень низкое содержание этого элемента — от менее 0,01 мг/кг до 0,56 мг/кг (табл. 6.9). Из-за отсутствия ПДК и других нормативных и литературных данных для кадмия интерпретировать эти данные не представляется возможным.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях в 2000–2003 гг. колебалось в довольно широком диапазоне. Оно зависело от гранулометрического состава грунтов, количества органических веществ в донных отложениях, величины рН и др. Следует отметить, что наибольшим содержанием тяжелых металлов характеризуются отложения с большим со-

держанием органики и ила, что, скорее всего, связано с более высокой сорбционной способностью таких донных осадков.

Выводы. Полученные нами величины по содержанию марганца и тяжелых металлов значительно ниже ПДК для почв и среднерегиональных показателей. Следовательно, количество этих элементов в донных отложениях обусловлено природным фоном и значительно ниже средних значений для таежной зоны Западной Сибири.

Оценка качества донных отложений водотоков бассейна р. Васюган показала разный уровень антропогенной нагрузки на водотоки: наиболее грязные грунты обнаружены на месторождениях, срок эксплуатации которых достиг более десяти лет, на промыслах с небольшим сроком эксплуатации донные осадки находятся в естественном состоянии и являются чистыми

По результатам проведенных исследований химического состава донных отложений в 2000–2004 гг. водотоков бассейна р. Васюган выявлены очаги нефтяного загрязнения на реках: Катыльга (контрольный створ — пункт № 16) с тенденцией к увеличению содержания нефтепродуктов; Глухая (контрольный створ — пункт № 7) с тенденцией к уменьшению загрязнения углеводородами нефти; р. Еллекулум-Ях (контрольный створ — пункт № 10); Большая Налимка (фоновый и контрольный створы — пункты № 8 и 9), река загрязнена нефтепродуктами на всем протяжении. Наиболее экологически опасная ситуация складывается на левом притоке р. Черемшанка, где обнаружено предельно высокое загрязнение нефтепродуктами.

Во всех остальных пробах содержание углеводородов нефти обусловлено природным происхождением и классифицируется как допустимый уровень загрязнения – чистые.

Концентрация малополярных и неполярных углеводородов естественного происхождения зависит от природы происхождения отложений. В песчаных и суглинистых отложениях содержание углеводородов минимально, средние значения имеют донные отложения, образованные суглинками, а максимальное обнаружено в детритных и илистых отложениях, которые могут превышать 1 г/кг. Данные о высоком содержании природной органики в отложениях подтверждаются результатами анализа потери при прокаливании и зольности.

В заключение стоит отметить, что состав донных отложений – достаточно информативный показатель, и его многолетнее изучение позволит объективно установить наличие загрязнения и оценить степень воздействия объектов нефтепромысла на водотоки и водоемы района.

6.4. Поверхностная вода

В данном разделе приведены результаты гидрохимических исследований водотоков бассейна реки Васюган, протекающих по территории нефтяных месторождений.

Отбор проб поверхностной воды проводили в 2004 г. в рамках выполнения программ экологического мониторинга в соответствии с Положением о ведении государственного мониторинга водных объектов /170/ и согласно СП 11-102-97 /34/, ГОСТ 17.1.3.12-86 /171/, РД 52.24.309-92 /75/, устанавливающим правила контроля за состоянием поверхностных вод.

Пункты наблюдения за качеством поверхностных вод обозначены на карте-схеме (рис. 6.8), расположение пунктов указано в табл. 6.10.

Целью исследований является оценка современного состояния водных объектов, испытывающих различную степень антропогенного воздействия, связанного с процессом добычи углеводородного сырья.

Отдельно рассмотрены средние и малые реки, так как они отличаются друг от друга химическим составом своих вод и условиями его формирования /164/

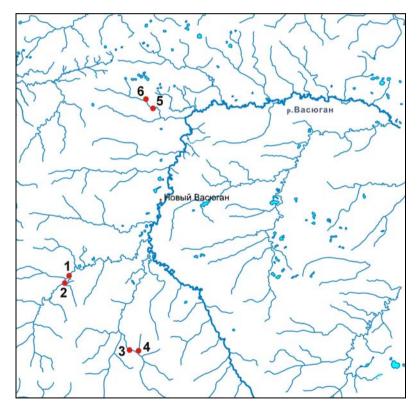


Рис. 6.8. Схема расположения пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод

Таблица 6.10 Расположение пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод

| № пункта | Водоток | Участок | | | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| Средние реки | | | | | | | |
| 1 | Ягыл-Ях | Среднее течение | | | | | |
| 3 | Чертала | Среднее течение | | | | | |
| 5 | Еллекулум-Ях | Среднее течение | | | | | |
| | Малые реки | | | | | | |
| 2 | Большой Юнкуль | Низовье | | | | | |
| 4 | Малая Бобровка | Низовье | | | | | |
| 6 | Большая Налимка | Низовье | | | | | |

Исследуемые водотоки выбраны с учетом срока эксплуатации нефтяных месторождений, влияющих на площадь водосбора (табл. 6.11).

Пробы поверхностной воды отбирали согласно ГОСТ Р 51592-2000 /81/, ГОСТ 17.1.5.05-85 /82/, ГОСТ 17.1.4.01-80 /83/ и РД 39-0147098-025-91 /76/.

Количественный химический анализ проб выполнен в лаборатории мониторинга природной среды ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510987).

Анализ результатов контроля за состоянием поверхностных вод проведен по показателям, характерным для техногенного воздействия, связанного с процессом добычи углеводородного сырья:

- нефтепродукты;
- хлориды;
- тяжелые металлы.

Рассмотрены также изменения значения общей минерализации как показателя возможного загрязнения водотоков пластовыми водами.

Таблица 6.11 Сопряженность водотоков с территорией нефтяных месторождений, имеющих различный срок эксплуатации

| Срок эксплуатации нефтяных месторождений | Исследуемые водотоки | | |
|--|-------------------------------|--|--|
| До 10 лет | Ягыл-Ях, Большой Юнкуль | | |
| Более 10 лет | Чертала, Малая Бобровка | | |
| Более 20 лет | Еллекулум-Ях, Большая Налимка | | |

Результаты исследования химического состава поверхностных вод представлены в табл. 6.12, 6.13.

Минерализация воды характеризуется количеством растворенных в воде солей и определяется суммой главных ионов. Поступление высокоминерализованных пластовых вод в водотоки с малыми расходами воды сопровождается повышением значения общей минерализации.

Наши исследования показали, что вода средних рек характеризуется повышенной минерализацией в период зимней межени (542–730 мг/дм³). В период весеннего половодья общая минерализация снижалась до 106—

 $\label{eq:Taffine} T\ a\ б\ л\ u\ ц\ a\ 6.12$ Результаты химического анализа поверхностной воды рек Ягыл-Ях, Чертала, Еллекулум-Ях

| | Nο | Фазы водного режима | | | | |
|-------------------------|--------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--|
| Компоненты | пункта | Зимняя межень | Весенний паводок | Летне-осенняя межень | Перед ледоставом | |
| Минерали- | 1 | 542 | 106 | 421 | 232 | |
| зация, | 3 | 730 | 162 | 583 | 274 | |
| мг/дм ³ | 5 | 669 | 143 | 190 | 179 | |
| | 1 | 11,80 | 1,94 | 11,50 | 11,20 | |
| Cl⁻, мг/дм ³ | 3 | 18,10 | 8,04 | 23,50 | 15,70 | |
| | 5 | 232,00 | 34,70 | 64,50 | 63,10 | |
| | 1 | 0,0012 | 0,0180 | 0,0100 | 0,1570 | |
| Pb, мг/дм ³ | 3 | 0,0028 | 0,0120 | 0,0320 | 0,1930 | |
| | 5 | 0,0009 | 0,0084 | 0,0220 | 0,2580 | |
| | 1 | 0,0092 | < 0,0050 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| Zn, мг/дм ³ | 3 | 0,0094 | 0,0054 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| | 5 | 0,0093 | < 0,0050 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| | 1 | 0,0200 | < 0,0010 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| Cu, мг/дм ³ | 3 | 0,0200 | 0,0036 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| | 5 | < 0,0006 | < 0,0010 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| Нефтепро- | 1 | 0,123 | 0,045 | _ | _ | |
| дукты, | 3 | 0,158 | 0,050 | _ | _ | |
| мг/дм3 | 5 | 0,107 | 0,530 | _ | _ | |

Примечание. Прочерк – отсутствие данных.

Таблица 6.13 Результаты химического анализа поверхностной воды рек

Большой Юнкуль, Малая Бобровка, Большая Налимка

| | 20 | Фазы водного режима | | | | |
|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--|
| Компоненты | № пункта | Зимняя межень | Весенний паводок | Летне-осенняя межень | Перед ледоставом | |
| Минерали- | 2 | 522 | 82 | 396 | 159 | |
| зация, | 4 | 561 | 271 | 505 | 269 | |
| мг/дм3 | 6 | 228 | 97 | 111 | 180 | |
| | 2 | 0,46 | 0,45 | 1,17 | 2,90 | |
| Cl⁻, мг/дм ³ | 4 | 0,93 | 2,34 | 1,70 | 3,80 | |
| | 6 | 40,20 | 22,90 | 40,00 | 70,80 | |
| | 2 | 0,0019 | 0,0250 | 0,0180 | 0,2270 | |
| Pb, мг/дм ³ | 4 | 0,0041 | 0,0150 | 0,0110 | 0,1860 | |
| | 6 | 0,0007 | 0,0186 | 0,0120 | 0,1180 | |
| | 2 | 0,0081 | < 0,0050 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| Zn, мг/дм ³ | 4 | 0,0160 | < 0,0050 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| | 6 | 0,0260 | < 0,0050 | < 0,0050 | < 0,0050 | |
| | 2 | 0,0270 | < 0,0010 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| Cu, мг/дм ³ | 4 | 0,0180 | < 0,0010 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| | 6 | 0,0028 | < 0,0010 | < 0,0010 | < 0,0010 | |
| Нефтепро- | 2 | 0,281 | 0,045 | _ | _ | |
| дукты, | 4 | 0,066 | 0,048 | 0,082 | 0,052 | |
| мг/дм3 | 6 | 0,254 | 1,430 | _ | _ | |

Примечание. Прочерк – отсутствие данных.

 162 мг/дм^3 , в летне-осеннюю межень наблюдалось увеличение значения данного показателя ($190{-}583 \text{ мг/дм}^3$) с последующим уменьшением в октябре до $179{-}274 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 6.12, рис. 6.9). Такие сезонные изменения общей минерализации характерны для других рек региона /164, 169/.

Поверхностная вода малых рек в целом характеризуется более низкими значениями общей минерализации: $228-561 \text{ мг/дм}^3$ в зимнюю межень, $82-271 \text{ мг/дм}^3$ в период весеннего паводка, $111-505 \text{ мг/дм}^3$ в летнюю межень, $159-269 \text{ мг/дм}^3$ перед ледоставом (табл. 6.13, рис. 6.10).

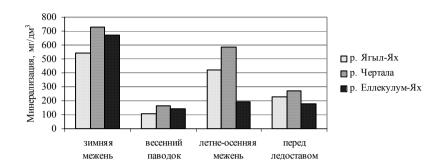


Рис. 6.9. Внутригодовое изменение значения минерализации в поверхностных водах средних рек

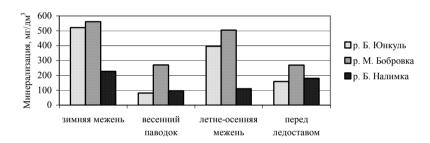


Рис. 6.10. Внутригодовое изменение значения минерализации в поверхностных водах малых рек

Хлориды. Природная концентрация хлоридов в реках месторождений невелика. При аварийных ситуациях в результате попадания в водный объект высокоминерализованных пластовых вод концентрация хлоридов заметно повышается. В рассматриваемых реках повышенная концентрация хлоридов обнаружена в контрольных створах рек, площадь водосбора которых несет большую техногенную нагрузку: в р. Еллекулум-Ях — 232 мг/дм³ в период зимней межени (табл. 6.12, рис. 6.11), а также в р. Большая Налимка — 70,8 мг/дм³ перед ледоставом (табл. 6.13, рис. 6.12). В реках, протекающих по территории месторождений с небольшим сроком эксплуатации, заметных повышений концентрации хлоридов не отмечено.

Тяжелые металлы. Тяжелые металлы поступают в водные объекты с атмосферными осадками, а также с поверхностным, почвенным и грунтовым стоком /160/.

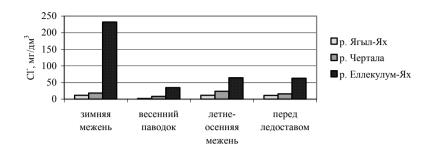


Рис. 6.11. Внутригодовое изменение содержания хлоридов в поверхностных водах средних рек

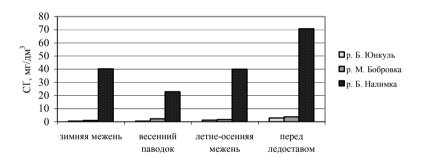


Рис. 6.12. Внутригодовое изменение содержания хлоридов в поверхностных водах малых рек

Свинец. В поверхностных водах исследованных водотоков наблюдалось довольно резкое увеличение содержания свинца в период, предшествующий ледоставу. Если в период зимней межени содержание свинца составляло $0,0009-0,0028~{\rm Mr/дm^3}$ в средних реках и $0,0007-0,0041~{\rm Mr/дm^3}$ в малых, то перед ледоставом концентрация свинца увеличивалась, соответственно, до $0,157-0,258~{\rm Mr/дm^3}$ и $0,118-0,227~{\rm Mr/дm^3}$ (табл. 6.12, 6.13, рис. 6.13, 6.14), превышая ПДК для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение $(0,006~{\rm Mr/дm^3})$.

Цинк. Содержание цинка в период зимней межени в воде средних рек составляло $0,0092-0,0094~{\rm Mf/дm}^3$, в малых реках $-0,0081-0,026~{\rm Mf/дm}^3$, в остальные фазы водного режима содержание данного элемента было ниже предела обнаружения, за исключением р. Чертала $(0,0054~{\rm Mf/дm}^3$ в период весеннего паводка). Превышение ПДК $(0,01~{\rm Mf/дm}^3)$ отмечено в р. Малая Бобровка, Большая Налимка.

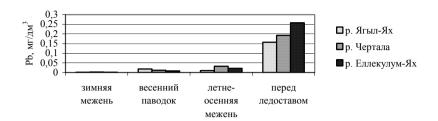


Рис. 6.13. Внутригодовое изменение содержания свинца в поверхностных водах средних рек

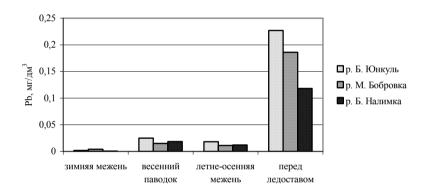


Рис. 6.14. Внутригодовое изменение содержания свинца в поверхностных водах малых рек

Медь. В период зимней межени содержание меди изменялось от менее $0,0006~\rm Mг/дm^3$ до $0,027~\rm Mr/дm^3$, практически повсеместно превышая ПДК $(0,001~\rm Mr/дm^3)$. В остальные фазы водного режима содержание меди было ниже предела обнаружения, за исключением р. Чертала $(0,0036~\rm Mr/дm^3~\rm B)$ период весеннего паводка).

Увеличение содержания свинца мы связываем преимущественно с антропогенным воздействием. К сожалению, отсутствие данных об объемах поступления свинца в окружающую среду от антропогенных и природных источников не позволяет достоверно оценить влияние нефтегазодобывающего комплекса на увеличение концентрации этого элемента.

Повышенное содержание меди и цинка в пробах воды объясняется болотным происхождением водотоков, так как в болотных системах может происходить биогенная аккумуляция данных элементов при разложении органических остатков.

Нефтепродукты. Основными источниками нефтяного загрязнения водосборов на исследованной территории являются:

- нефтепромысловые кусты скважин;
- внутрипромысловые нефтепроводы;
- магистральные нефтепроводы.

При авариях на перечисленных объектах нефть разливается по поверхности почвы, затем с поверхностным и подземным стоком поступает в ближайшие водные объекты.

Повышение содержания нефтепродуктов в поверхностных водах рек, находящихся на территории, наиболее подверженной влиянию нефтедобывающего комплекса, наблюдалось с началом весенне-летнего подъема вод (рис. 6.15, 6.16). Как отмечают другие исследователи, в данный период происходит активный смыв нефтепродуктов с водосборной площади /172/. Наибольшая концентрация нефтепродуктов зафиксирована в р. Большая Налимка — $1,43~\rm Mr/дm^3$. Данное значение свидетельствует о явном нефтяном загрязнении водотока.

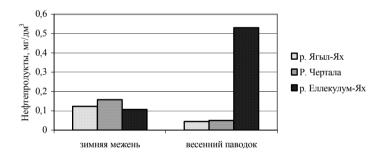


Рис. 6.15. Содержание нефтепродуктов в поверхностных водах средних рек

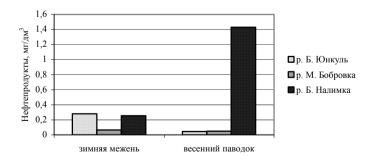


Рис. 6.16. Содержание нефтепродуктов в поверхностных водах малых рек

Следует учесть, что повышенные концентрации углеводородов (нефтепродуктов) характерны для речных вод Обского бассейна как на территориях с интенсивной техногенной нагрузкой, так и в районах, где хозяйственная деятельность минимальна /164/.

Выводы. В водотоках, сопряженных с территориями нефтяных месторождений, имеющих длительный срок эксплуатации, выявлены повышенные концентрации хлоридов и нефтепродуктов, что указывает на наличие техногенного загрязнения. Природопользователям этих территорий необходимо принимать меры для предотвращения аварийных ситуаций на нефтепромыслах, негативно влияющих на качество природных вод.

Состояние водотоков на месторождениях с малым сроком эксплуатации в целом удовлетворительное.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время проблема защиты окружающей среды для большинства развитых стран является одной из наиболее важных. В сложившейся ситуации все большую актуальность приобретает развитие системы экологического мониторинга окружающей среды как на глобальном и региональном, так и локальном уровнях. Особенно актуально создание сети мониторинга в больших городах и промышленных зонах, так как уровень воздействия на окружающую среду здесь в десятки раз выше.

Экологический мониторинг – важный элемент обеспечения экологической безопасности и залог устойчивого развития общества.

Внедрение системы экологического мониторинга позволит накопить, систематизировать и проанализировать информацию о состоянии окружающей среды, о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия), о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом, о существующих резервах биосферы.

Экологический мониторинг позволит решить следующие задачи, связанные с охраной окружающей природной среды:

- наблюдение за состоянием природных сред и фиксация происходящих изменений;
- контроль выполнения природопользователем экологических (санитарно-гигиенических) нормативов инструментальным и иными количественными методами;
- получение информационной основы для ведения кадастров природных ресурсов локальной территории как количественной единицы региона (субъекта Федерации) в целях осуществления учета природных ресурсов;
- выявление и оценка неблагоприятных тенденций в состоянии компонентов природной среды и природных ресурсов, а также прогноз их состояния при сложившемся или планируемом уровне техногенной нагрузки;
- оценка соответствия состояния каждого из наблюдаемых компонентов природной среды заранее установленной норме и принятие соответствующих управленческих решений по изменению режимов природопользования.

Представленный во втором выпуске материал систематизирован на основе данных, полученных в ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» за более чем десятилетнюю практику проведения работ по экологическому мониторингу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды : [федер. закон] : от 10 янв. 2002 г., № 7-Ф3, ст. 35.
- 2. Постановление Правительства Рос. Федерации «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)»: от 31 марта 2003 г., № 177.
- 3. Постановление Правительства Рос. Федерации об утверждении Положения «Об осуществлении государственного мониторинга земель» : от 28 нояб. 2002 г., № 846.
- Грива, Г. И. Экологический мониторинг природно-технических комплексов на объектах предприятия «Надымгазпром» (принципы, методы и опыт организации) / Г. И. Грива // Повышение эффективности освоения газовых месторождений Крайнего Севера: сб. науч. тр. / РАО «Газпром». – М., 1997. – С. 555–566.
- 5. Подуст, А. Н. Актуальные вопросы развития системы экологического мониторинга и управления информационными ресурсами (теоретико-методологические и организационно-правовые аспекты) / А. Н. Подуст // Экологический мониторинг. Экологическое нормирование. Информационные ресурсы. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: ОИ. 2001. № 3. С. 11–13.
- 6. Надоховская, Г. А. Организация долгосрочного локального мониторинга растительного покрова территорий газовых и газоконденсатных месторождений Западной Сибири / Г. А. Надоховская, Л. Ф. Шепелева // Krylovia. 2000. Т. 2, № 1. С. 123–128.
- 7. Российская Федерация. Законы. Об охране атмосферного воздуха : [федер. закон] : от 4 мая 1999 г., № 96-ФЗ : по состоянию на 9 мая 2005 г.
- 8. Гриценко, А. И. Экология. Нефть и газ / А. И. Гриценко, Г. С. Акопова, В. М. Максимов. М. : Наука, 1997. 598 с.
- 9. Сонькин, Л. Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы / Л. Р. Сонькин. Л. : Гидрометеоиздат, 1991. 223 с.
- 10. Руководство по контролю загрязнения атмосферы : РД 52.04.186-89. М., 1989.-693 с.
- 11. Методика расчета выбросов в атмосферу из нефтехимического оборудования: PM 62-91-90. Воронеж: Воронежский филиал ГИПРОКАУЧУК. 1991.
- 12. Методика расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования: РД 39-142-00. Краснодар, 2001. 6 с.
- Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ атмосферу из резервуаров. – Новополоцк: МП «БЕЛИНЭКОМП», 1997. – 44 с.
- 14. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках. СПб., 1998. 40 с.

- Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей). – СПб. : Фирма «Интеграл», 1997. – 50 с.
- 16. Каталог удельных выбросов загрязняющих веществ газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов: РД 51-162-92. М., 1992.
- 17. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1998. 85 с
- 18. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. М., 1999. 54 с.
- 19. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа «Об утверждении Требований к определению исходной (фоновой) загрязненности компонентов природной среды, проектированию и ведению системы локального экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа» : от 29 июля 2003 г., № 302-П.
- 20. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : СанПин 2.2.1/2.1.1.1031–01. М., 2001. 51 с.
- 21. ОНД-90. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. Ч. 1. СПб. : ВНИИприроды Минприроды СССР, 1992. 98 с.
- 22. ОНД-90. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. Ч. 1, 2. СПб. : ВНИИприроды Минприроды СССР, 1992. 102 с.
- 23. Рекомендации по основным вопросам воздухоохранной деятельности (нормирование выбросов, установление нормативов ПДВ, контроль за соблюдением нормативов, выдача разрешения на выброс) / М-во охраны окружающей среды и природ, ресурсов Рос. Федерации. М., 1995. 51 с.
- ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ Методики выполнения измерений. Введ. 1996–05–23.
 М.: Изд-во стандартов, 1996 10 с.
- Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности. – Л., 1986.
- 26. Крисюк, Э. М. Ядерно-физические характеристики естественных радионуклидов / Э. М. Крисюк. М.: Атомная энергия, 1986. Т. 61, вып. 1. С. 50–60.
- 27. Руководство по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ по добыче, подготовке и транспортировке нефти и газа / ЗАО «ЮКОС ЭП» : Введ. 05.04.2004. Указание от 05.04.04 № 403-25-У. М., 2004. 120 с.
- 28. Рекомендации по нормализации радиационно-экологической обстановки на объектах нефтедобычи топливно-энергетического комплекса России. М.: М-во топлива и энергетики Рос. Федерации, 1994. 42 с.
- 29. СП 2.6.1.1291-2003. Санитарные правила по обеспечению радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18 апреля 2003 года № 57. Введ. 15.06.2003. 7 с.
- 30. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Минздрав России, 1999. 67 с.
- 31. СП 2.6.1.799-99 Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Основные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). По-

- становление Главного государственного санитарного врача РФ от 27.12.1999 N б/н. Введ. 01.09.2000. 39 с.
- 32. Методика выполнения дозиметрического контроля объектов управляемых обществ. МВК № 46090.3М646 № 11-с06-02 / 3AO «ЮКОС ЭП» : Введ. 05.04.2004. Указание от 05.04.04 № 403-25-У. М., 2004. 24 с.
- 33. Государственная система обеспечения единства измерений. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре. МИ2143-91 Утвержденная НПВНИИ ФТРИ, 1991 35 с.
- 34. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства / Госстрой России. М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997 41 с.
- 35. Земцов, А. А. Рельеф Васюганья / А. А. Земцов, М. В. Толкачев, И. М. Гайдук // Природа и экономика Привасюганья. Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1966. С. 46—68.
- 36. Евсеева, Н. С. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины / Н. С. Евсеева, А. А. Земцов. Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1990. 242 с.
- 37. Гаджиев, И. М. Почвы бассейна р. Васюган / И. М. Гаджиев. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1976. 152 с.
- 38. Рутковская, Н. В. Климатический очерк Васюганья / Н. В. Рутковская, Л. Н. Окишева // Природа и экономика Привасюганья. Томск: Изд-во Томск. унта, 1966. С. 88–132.
- 39. Вендров, С. Л. Колебания увлажненности / С. Л. Вендров, И. С. Глух // Природные условия освоения междуречья Обь-Иртыш. М.: Наука, 1972. С. 34–57.
- 40. Горожанкина, С. М. Темнохвойные леса подзон средней и южной тайги Западной Сибири в пределах Томской области (сравнительная геоботаническая характеристика): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1973. 18 с.
- 41. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель). М.: Изд-во АН СССР, 1962. 422 с.
- 42. Добровольский, Г. В. Вопросы теории почвообразования в поймах рек лесной зоны / Г. В. Добровольский // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. − 1957. − № 3 − С. 69–82.
- 43. Уфимцева, К. А. Современные и реликтовые свойства почв Западно-Сибирской низменности / К. А. Уфимцева // Почвоведение. 1968. № 5. С. 24–33.
- 44. Караваева, Н. А. Почвы тайги Западной Сибири / Н. А. Караваева М. : Наука, 1973. 164 с.
- 45. Гаджиев, И. М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири / И. М. Гаджиев. Новосибирск : Наука, 1982. 261 с.
- 46. Классификация и диагностика почв Западной Сибири : инструктивные материалы для картографирования почв. Новосибирск : ЗАПСИБГИПРОЗЕМ, 1979. 79 с.
- 47. Гришина, Л. А. Проведение почвенных исследований при мониторинге лесных экосистем / Л. А. Гришина, Г. Н. Копцик, Л. В. Моргун // Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. С. 36–45.
- 48. Методические рекомендации по применению требований к определению исходной (фоновой) загрязненности компонентов природной среды, проектированию и ведению системы экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа. 2004. 92 с.

- Гришина, Л. А. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Л. А. Гришина, Г. Н. Копцик, Л. В. Моргун // Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – С. 4–8.
- 50. Мотузова, Г. В. Содержание, задачи и методы экологического мониторинга почв / Г. В. Мотузова // Почвенно-экологический мониторинг. М. : Изд-во Моск, ун-та, 1994. С. 80–104.
- Молдованов, О. И. Обеспечение экологической безопасности в районах нефтегазового строительства / О. И. Молдованов // Экология нефтегазового комплекса. – М., 1988. – С. 26–27.
- 52. Михайлова, Л. В. Химическое загрязнение одна из основных экологических проблем Обь-Иртышского региона / Л. В. Михайлова // Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири // Тр. NDI. 1995. Вып. 1. С. 43–45.
- 53. Ильин, Н. П. Наблюдения за самоочищением почв от нефти в средней и южной тайге / Н. П. Ильин, И. Г. Калачникова, Т. И. Коркишко // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 245–259.
- 54. Солнцева, Н. П. Особенности загрязнения почв при нефтедобыче / Н. П. Сонцева, Ю. И. Пиковский // Труды 2-го всесоюзного совещания «Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах» (Обнинск, 1980). Л., 1980. С. 76–82.
- Славнина, Т. П. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами / Т. П. Славнина, И. М. Кахаткина, В. П. Середина, Л. А. Изерская // Основы использования и охраны почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – С. 186–207.
- 56. Постановление Правительства Рос. Федерации об утверждении Положения «Об осуществлении государственного мониторинга земель» : от 28 нояб. 2002 г., № 846.
- 57. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Введ. 1986—07—01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 2 с.
- 58. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. Введ. 1987—01—01. М.: Изд-во стандартов. 1987. 2 с.
- 59. Сидорова, Е. В. Охрана почв на объектах газовой промышленности / Е. В. Сидорова, Г. С. Акопова, Н. С. Немкова. М.: ИРЦ Газпрома, 1994. 50 с.
- 60. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества почв. Введ. 1986–11–03. М.: Изд-во стандартов, 1986. 3 с.
- 61. ГОСТ 27784-88. Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв. Введ. 1988–07–25. М.: Изд-во стандартов, 1988. 6 с.
- 62. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. Введ. 1985–02–08. М.: Изд-во стандартов, 1985. 7 с.
- 63. ПНД Ф 16.1.8-98. Методика измерений массовых концентраций ионной NO2-, NO3-, Cl-, F-, SO42-, PO43- в пробах почв (в водорастворимой форме) методом ионной хроматографии. М., 1998. 18 с.
- 64. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Введ. 1985–03–26. М.: Изд-во стандартов, 1985. 6 с.

- 65. ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. Введ. 1985-03-26. М.: Изл-во станлартов. 1985. 4 с.
- 66. Свидетельство УНИИМ № 241.103/02. Методика выполнения измерений с помощью анализатора влажности MA-30 фирмы «Sartorius». Екатеринбург: УНИИМ, 2002. 4 с.
- 67. РД 52.18.575-96. Методические указания. Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектрометрии. Методика выполнения измерений. М., 1996 24 с.
- 68. ПНД Ф 16.1:2:3:3.11-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Утв. 25.06.1998. М., 1998. 16 с
- 69. ГОСТ 26486-85. Почвы. Определение обменного марганца методами ЦИНАО. Введ. 1985–03–26. М.: Изд-во стандартов, 1985. 5 с.
- 70. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Введ. 2003–06–15. М., 2003. 15 с.
- 71. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. Введ. 1990–04–01. М. : Изд-во стандартов, 1989. 8 с.
- 72. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 1984–07–01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 4 с.
- 73. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Введ. 1986—01—01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 11 с.
- 74. РД 52.24.309-92 МУ. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 67 с.
- 75. РД 39-0147098-025-91. Инструкция по контролю за состоянием поверхностных и подземных вод на объектах предприятий Миннефтегазпрома. Уфа: ВостНИИТБ, 1989 67 с.
- 76. Правила охраны поверхностных вод : утв. Госкомприроды СССР 21.02.91. Введ. 1991–03–01. М., 1991. 35 с.
- 77. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.
- 78. РД 52.24.354-94 МУ. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием поверхностных вод суши в районах разработки месторождений нефти, газа и газоконденсата. СПб. : Гидрометеоиздат, 1995. 47 с.
- 79. Ресурсы поверхностных вод СССР. М. : Гидрометеоиздат, 1972. Т. 15, вып. 2. 408 с.
- 80. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Введ. 2000–04–21. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 35 с.
- 81. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введ. 1986—07—01. М.: Изд-во стандартов. 1985. 15 с.
- 82. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. Введ. 1983—01–01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 3 с.

- 83. ГОСТ 17.1.5.01-80*. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. Введ. 1981–03–18. М.: Изд-во стандартов, 1984. 5 с.
- 84. Азарова, И. Н. ВЭЖХ в аналитической химии окружающей среды / И. Н. Азарова, Г. И. Барам // Партнеры и конкуренты. 2003. № 10. С. 18–25.
- 85. ГОСТ Р 8.589-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения. Введ. 2002–06–01. М.: Изд-во стандартов, 2002. 6 с.
- 86. ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – Введ. 1996–05–23. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 20 с.
- 87. РД 52.18.595-96. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Введ. 1999—08—01. М.: НПО Тайфун, 1999. 20 с.
- 88. Другов, Ю. С. Экологическая аналитическая химия / Ю. С. Другов. СПб. : Изд-во ООО «Анатолия», 2000. 432 с.
- 89. Шпигун, О. А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод / О. А. Шпигун, Ю. А. Золотов. М.: Изд-во МГУ, 1990 199 с.
- 90. Чудинов, Э. Г. Атомно-эмиссионные спектрометры с индуктивно-связанной плазмой третьего поколения / Э. Г. Чудинов // Партнеры и конкуренты. 2000. № 4. С. 11–16.
- 91. Другов, Ю. С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. / Ю. С. Другов, А. А. Родин. СПб. : Изд-во ООО «Анатолия», 2000. 250 с.
- 92. ГОСТ 26098-84. Нефтепродукты. Термины и определения. Введ. 1985-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 18 с.
- 93. ПНД Ф 14.1:2.116-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и очищенных сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием. Введ. 1997–10–01. М.: НП ЦЭКА. 16 с.
- 94. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Введ. 2002–10–21. М.: НП ЦЭКА. 20 с.
- 95. РД 52.24.476-95. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в водах ИК-фотометрическим методом. Введ. 1994—07—21. Ростов н/Д: Акватест. 16 с.
- 96. Инфракрасный Фурье-спектрометр Инфралюм фт-02 (Россия) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.fizlabpribor.ru
- 97. Гладилович, Д. Б. Флуориметрический метод контроля содержания нефтепродуктов в водах / Д. Б. Гладилович // Партнеры и конкуренты. 2001. № 1–2. С. 11–15.
- 98. Постановление Правительства Рос. Федерации «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» : от 21 авг. 2000 г., № 613.
- 98а. Лесной кодекс Российской Федерации : от 29 янв. 1997 г., № 22-Ф3. В ред. от 22 авг. 2004 г.
- 99. Лесная таксация и лесоустройство / А. В. Вагин, Е. С. Мурахтанов, А. И. Ушаков, О. А. Харин. М. : Лесн. пром-сть, 1978. 368 с.

- 100. Материалы заключения Государственной экологической экспертизы документации, обосновывающей «Соглашение о разработке северной части Приобского нефтяного месторождения на условиях раздела продукции» // Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду. М., 1996. № 2. С. 39–78.
- 101. Мозолевская, Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколова. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
- 102. Сафонов, В. С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В. С. Сафонов, Г. Э. Одишария, А. А. Швыряев. М.: Наука, 1996. 207 с.
- 103. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем / под ред. В. В. Козина, В. А.Осипова. Тюмень: ТюмГУ, 1996. 168 с.
- 104. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1988. 303 с.
- 105. Виноградов, Б. В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов // Б. В. Виноградов. М.: Высш. шк., 1964. С. 20–44.
- 106. Понамарева, И. Н. Экология растений с основами биогеоценологии // И. Н. Понамарева. М.: Просвещение, 1978. 207 с.
- 107. Ильичев, В. Н. Сосна помогает определить чистоту воздуха / В. Н. Ильичев // Наша усадьба. 2000. № 9 С. 21.
- Ломаева, С. Н. Биоиндикация загрязнений окружающей среды / С. Н. Ломаева. Тюмень, 1998. – 25 с.
- 109. Методика определения загрязненности воздуха по лишайникам (Лихеноиндикация загрязненности воздуха) // Сиб. вестн. экол. образования. – 2001. – № 3– 4. – 43 с.
- 110. Флора Сибири. В 14 т. Т. 1. Lycopodiaceae-Hydrocharitaceae / Л. И. Кашина [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 200 с.
- 111. Флора Сибири. В 14 т. Т. 2. Poaceae (Gramineae) / Г. А. Пешкова [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 361 с.
- 112. Флора Сибири. В 14 т. Т. 3. Сурегасеае / Л. И. Малышев [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 280 с.
- 113. Флора Сибири. В 14 т. Т. 4. Araceae-Orchidaceae / Н. В. Власова [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 247 с.
- 114. Флора Сибири. В 14 т. Т. 5. Salicaceae-Amaranthaceae / М. Н. Ломоносова [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1992. 312 с.
- 115. Флора Сибири. В 14 т. Т. 6. Portulacaceae-Ranunculaceae / С. А. Тимохина [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1993. 310 с.
- 116. Флора Сибири. В 14 т. Т. 7. Berberidaceae-Grossulariaceae / Г. А. Пешкова [и др.]. Новосибирск : ВО Наука. Сиб. издат. фирма, 1994. 312 с.
- 117. Флора Сибири. В 14 т. Т. 8. Rosaceae / С. Н. Выдрина [и др.]. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 200 с.
- 118. Флора Сибири. В 14 т. Т. 9. Fabaceae (Leguminosae) / А. В. Положий [и др.]. Новосибирск: ВО Наука. Сиб. издат. фирма, 1994. 280 с.
- 119. Флора Сибири. В 14 т. Т. 10. Gieraniceae-Cornaceae / М. Г. Пименов [и др.]. Новосибирск: Сиб. издат. фирма РАН, 1996. 208 с.
- 120. Флора Сибири. В 14 т. Т. 11. Pyrolaceae-lamiaceae (Labiatae) / В. М. Доронькин [и др.]. Новосибирск: Сиб. издат. фирма РАН, 1997. 296 с.
- 121. Флора Сибири. В 14 т. Т. 12. Solanaceae-Lobeliceae / А. В. Положий [и др.]. Новосибирск: Сиб. издат. фирма РАН, 1996. 208 с.
- 122. Флора Сибири. В 14 т. Т. 13. Asteraceae (Compositae) / И. М. Красноборов [и др.]. Новосибирск : Сиб. издат. фирма РАН, 1997. 472 с.

- 123. Флора Сибири. В 14 т. Т. 14. Дополнения и исправления. Алфавитные указатели / В. И. Доронькин [и др.]. Новосибирск: Наука, 2003. 188 с.
- 124. Вылцан, Н. Ф. Определитель растений Томской области / Н. Ф. Вылцан. Томск : ТГУ, 1994. 300 с.
- 125. Савич-Любицкая, Л. Л. Определитель сфагновых мхов // Л. Л. Савич-Любицкая, Э. Н. Смирнова. Л. : Наука, 1968. 112 с.
- 126. Бардунов, Л. В. Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири / Л. В. Бардунов. Л.: Наука, 1969. 330 с.
- 127. Проблемы лесной биогеоценологии. Новосибирск, 1980. 273 с.
- 128. Лакин, Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / Г. Ф. Лакин. М. : Высш. шк., 1980. 293 с.
- 129. Биометрия : учеб. пособие / под ред. М. М. Тихомировой, Н. В. Глотов, Л. А. Животовский, Н. В. Хованов, Н. В. Хромов-Борисов. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. 264 с.
- 130. Кенуй, М. Г. Быстрые статистические вычисления. Упрощенные методы оценивания и проверки: справ. / М. Г. Кенуй. М.: Статистика, 1979. 69 с.
- 131. Любищев, А. А. Дисперсионный анализ в биологии / А. А. Любищев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1986. 200 с.
- 132. Rabe R. Pflanzenenzyme zeigen Smog an // Umschau / R. Rabe. 1977. Bd 77. S. 88–89.
- 133. Garber K. Luftverunreinigungen, eine Literaturubersicht, Eidgen. Anst. forstl. Versuchswesen, Birmennsdorf (Schweiz) / K. Garber. Bericht, 1973. 102 s.
- 134. Bauer I. Zur Problematik der Pigmentanalyse als Raushshadensdiagnose // Angew. Bot. / I. Bauer, D. Grill. 1977. Bd 51. S. 241–250.
- 135. Биохимические индикаторы стрессового состояния древесных растений / Н. Е. Судачкова, И. В. Шеен, Л. И. Романова [и др.]. Новосибирск, 1997. 176 с.
- 136. Российская Федерация. Законы. О животном мире: [федер. закон]: от 24 апр. 1995 г., № 25 (с изменениями на 29 дек. 2004 г.).
- 137. Лавров, Н. П. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных с заданиями на межсессионный период / Н. П. Лавров. М.: Просвещение, 1974. 128 с.
- 138. Таргульян, В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях / В. О. Таргульян. М.: Наука, 1971. 264 с.
- 139. Пономарева, В. В. Теория подзолообразовательного процесса / В. В. Пономарева. М.-Л. : Наука, 1964. 379 с.
- 140. Березин, А. Е. Влияние нефтегазоразведки на природу Томской области / А. Е. Березин // Геология и экология. Томск, 1995. Т. 1. С. 278–285.
- 141. Гришина, Л. А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга / Л. А. Гришина, Г. Н. Копцик, Л. В. Моргун. М.: Изд-во МГУ, 1991. 82 с.
- 142. Сивоконь, И. С. Анализ современного состояния природной среды в районе Ватинского нефтяного месторождения / И. С. Сивоконь // Биологические ресурсы и природопользование. 1997. Вып. 1. С. 99—113.
- 143. Орлова, В. В. Деградация гумуса почв при нефтегазозагрязнениях / В. В. Орлова // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. М., 1998. Т. 2 С. 175–176.
- 144. Гилязов, М. Ю. Изменение некоторых агрохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью / М. Ю. Гилязов // Агрохимия. 1980. № 12. С. 72–76.

- 145. Гайнутдинов, М. З. Изменение агрохимических свойств почв под влиянием нефтепромысловых сточных вод и их рекультивация / М. З. Гайнутдинов, М. Ю. Гилязов, И. Т. Хромов // Агрохимия. 1982. № 7. С. 111–116.
- 146. Солнцева, Н. П. Изменение морфологии дерново-подзолистых почв в районах нефтедобычи / Н. П Солнцева // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 29–70.
- 147. Розанова, Е. Н. Микрофлора нефтяных месторождений / Е. Н. Розанова, С. И. Кузнецов. М.: Наука, 1974. 211 с.
- 148. Бабьева, И. П. Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. М. : Изд-во МГУ, 1983.-226 с.
- 149. Розанова, Е. Н. Микрофлора нефтяных месторождений / Е. Н. Розанова, С. И. Кузнецов. М. : Наука, 1974. 211 с.
- 150. Агроэкологические основы землепользования в Томской области / В. А Хмелев, В. К. Каличкин, В. А. Азаренко, Н. Н. Шипилин. Новосибирск : Изд-во CO РАН, 2001. 255 с.
- 151. Удодов, Л. А. Минеральные воды нефтегазоносных районов Томской области / Л. А. Удодов, Н. М. Расторгуев, А. Д. Назаров // Изв. Томск. политехн. ин-та, 1975. Т. 237. С. 63—67.
- 152. Васильев, С. В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы / С. В. Васильев. Новосибирск : Наука. Сиб. отдние, 1998. 136 с.
- 153. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды: справ. / под. ред. Л. К. Исаева. СПб.: Экол. аналит.-информ. центр «Союз», 1998. 851 с.
- 154. Садовникова, Л. К. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / Л. К. Садовникова // Биол. науки. 1989. № 9. С. 47–53.
- 155. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. М. : Мир, 1989. 439 с.
- 156. Глазовская, М. А. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды / отв. ред. М. А. Глазовская, Н. С. Касимов. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
- 157. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды. / Ю. А. Израэль, Н. К. Гасилина, Ф. Я. Ровинский, Л. М. Филиппова. Л. : Гидрометеоиздат, 1978. 117 с.
- 158. Рихванов, Л. П. Содержание тяжелых металлов в почвах : учеб. пособие / Л. П. Рихванов, Г. Е. Язиков, С. И. Сарнаев . Томск, 1993. 83 с.
- 159. Манихин, В. И. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем / В. И. Манихин, А. М. Никаноров. СПб. : Гидрометеоиздат, 2001. Серия «Качество вод» ; вып. 5. 182 с.
- 160. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами: письмо от 27 дек. 1993 г., № 04-25/61-5678.
- 161. Уварова, В. И. Современное состояние уровня загрязнения воды и грунтов некоторых водоемов Обь-Иртышского бассейна: сб. науч. тр. / В. И. Уварова; ГосНИОРХ. 1989. Вып. 305. С. 23–33.
- 162. Московченко, Д. В. Исследование состава донных отложений рек бассейна нижней Оби (в пределах Ханты-Мансийского автономного округа) / Д. В. Московченко, Э. И. Валеева // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2001. – Вып. 2. – С. 138–142.
- 163. Савичев, О. Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование / О. Г. Савичев. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. 202 с.

- 164. Московченко, Д. В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области / Д. В. Московченко. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. 1998. 112 с.
- 165. Обзор «О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 1998 г.». Ханты-Мансийск: Гос. ком. по охране окружающей среды ХМАО. 1999. 152 с.
- 166. Природа таежного Прииртышья / А. Н. Антипов, Е. Г. Нечаева, Н. П. Дружинина [и др.]. Новосибирск : Наука, 1987. 257 с.
- 167. Шварцев, С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. М. : Недра. 1998. 367 с.
- 168. Тяжелые металлы в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1980. 130 с.
- 169. Уварова, В. И. Современное состояние качества воды р. Оби в пределах Тюменской области / В. И. Уварова // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2000. – Вып. 1. – С. 18–26.
- 170. Постановление Правительства Рос. Федерации «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов»: от 14 марта 1997 г., № 307.
- 171. ГОСТ 17.1.3.12-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше. Введ. 1986–03–26. М.: Изд-во стандартов, 1986. 7 с.
- 172. Калинин, В. М. Количественная оценка смыва нефтепродуктов с поверхности замазученных водосборов в речную сеть / В. М. Калинин, А. В. Соромотин // Обзор «О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского округа в 1998 г». Ханты-Мансийск : Гос. ком. по охране окружающей среды ХМАО, 1999. С. 18–20.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей работе приняты следующие обозначения и сокращения:

АЭС-ИСП – атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой;

БКНС – блочная кустовая насосная станция;

ГВ – гигроскопическая влажность;

ДНС – дожимная насосная станция;

ЕРН – естественные радионуклиды;

3В – загрязняющие вещества;

3РА – запорно-регулирующая арматура;

3СО – зона санитарной охраны;

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы;

КХА – количественный химический анализ;

ЛЭМ – локальный экологический мониторинг;

МВИ – методика выполнения измерений;

МЭД – мощность эквивалентной дозы;

НГК – нефтегазовый комплекс;

ПГА – переносной газоанализатор;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПЗА – потенциал загрязнения атмосферы;

ППП – потеря при прокаливании;

ПЭМ – программа экологического мониторинга;

СЗЗ – санитарно-защитная зона;

ТГУ – Томский государственный университет;

ТМ – тяжелые металлы;

УВ – углеводороды;

УПН – установка подготовки нефти;

УПСВ – установка предварительного сброса воды;

УЭ – удельная электропроводность;

ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ;

ЦППН – центральный пункт перекачки нефти;

ЦПС – центральный пункт сбора;

ЭГД – эффективная годовая доза;

ЭМ – экологический мониторинг.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гендрин Алексей Германович заведующий отделом экологии ОАО

«ТомскНИПИнефть ВНК».

канд. физ.-мат. наук, тел. (3822) 79-18-76

Налоховская Гапина Александровна

e-mail: GendrinAG@nipineft.tomsk.ru заведующая сектором ОВОС отдела

экологии OAO «ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-19-15

e-mail: NadokhovskayaGA@nipineft.

tomsk.ru

Смирнова Назира Кабуловна заведующая лабораторией мониторинга

природной среды ОАО «ТомскНИПИ-

нефть ВНК»,

тел. (3822) 79-19-48

e-mail: SmirnovaNK@nipineft.tomsk.ru Середина Валентина Петровна д-р биол. наук, профессор кафедры

почвоведения и экологии почв ТГУ,

тел. (3822) 52-96-54 e-mail: soil@bio.tsu.ru

Непотребный Алексей Ива-

Русинова Евгения Сергеевна

нович

младший научный сотрудник отдела экологии OAO «ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-18-76

e-mail: NepotrebniyAI@nipineft.tomsk.ru Киселев Алексей Геннальевич младший научный сотрудник отдела эко-

логии OAO «ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-18-76

e-mail: KiselevAG@nipineft.tomsk.ru

младший научный сотрудник отдела

экологии OAO «ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-18-95,

e-mail: RusinovaES@nipineft.tomsk.ru Худобец Андрей Михайлович

младший научный сотрудник отдела экологии OAO «ТомскНИПИнефть ВНК»,

e-mail: KhudobetsAM@nipineft.tomsk.ru

ведущий инженер отдела экологии ОАО Серых Антон Александрович

«ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-21-35

e-mail: SerykhAA@nipineft.tomsk.ru Чемерис Алексей Николаевич

научный сотрудник отдела экологии ОАО

«ТомскНИПИнефть ВНК»,

тел. (3822) 79-18-76

e-mail: ChemerisAN@nipineft.tomsk.ru

120

СОДЕРЖАНИЕ

| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
|--|------|
| Глава 1. МОНИТОРИНГ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ | |
| НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА | 5 |
| 1.1. Организация контроля | |
| 1.1.1. Объекты контроля | |
| 1.1.2. Контролируемые примеси в атмосфере и снежном покрове . | |
| 1.1.3. Выбор пунктов наблюдения за атмосферным воздухом | |
| 1.1.4. Выбор пунктов наблюдения при снеговой съемке | |
| 1.1.5. Периодичность и сроки наблюдений | |
| 1.2. Отбор и лабораторный анализ вредных веществ в атмосферном | |
| воздухе | 12 |
| 1.2.1. Отбор проб воздуха для определения концентрации | |
| вредных примесей | |
| 1.2.2. Характеристика газоанализаторов | . 14 |
| 1.2.3. Лабораторный анализ вредных веществ атмосферного | |
| воздуха | 15 |
| 1.2.4. Ориентировочные затраты времени на проведение | |
| анализов проб атмосферного воздуха | 16 |
| 1.2.5. Организация наблюдений и отбор проб на снегомерных | |
| маршрутах, предварительная обработка проб | 16 |
| 1.3. Рекомендации по организации службы мониторинга | |
| за атмосферным воздухом | |
| Глава 2. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ | 19 |
| 2.1. Объекты радиоэкологического мониторинга, основные | |
| источники облучения и факторы, предопределяющие | |
| радиационную обстановку | 19 |
| 2.2. Контролируемые показатели, методы и практическое | |
| осуществление мониторинга за радиационной обстановкой | 23 |
| 2.3. Мероприятия, рекомендуемые для снижения риска | |
| радиационного загрязнения нефтегазодобывающих предприятий | |
| Глава 3. МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА | |
| 3.1. Экологические условия формирования почв | |
| 3.2. Методы проведения экологического мониторинга почв | |
| 3.3. Объекты мониторинга | 30 |

| 3.4. Контролируемые показатели, периодичность и календарные | \sim |
|--|--------|
| сроки отбора проб почв | 2 |
| Глава 4. МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ 3 | 6 |
| 4.1. Методы физико-химического анализа проб поверхностной | |
| воды, донных отложений и почвы | 9 |
| 4.2. Материалы и методика отбора донных отложений | |
| Глава 5. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ5. | 5 |
| Глава 6. СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ | |
| ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ | |
| ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО | |
| КОМПЛЕКСА | 3 |
| 6.1. Результаты практического выполнения мониторинга | |
| за радиационной обстановкой | 3 |
| 6.2. Состояние почвенного покрова и характеристика фоновых почв. 6 | |
| 6.2.1. Результаты мониторинговых наблюдений | 1 |
| 6.3. Оценка результатов наблюдения за состоянием донных | |
| отложений | 9 |
| 6.4. Поверхностная вода | 8 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ10 | 8 |
| ЛИТЕРАТУРА10 | 9 |
| ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ11 | 9 |
| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ12 | 0 |

Гендрин Алексей Германович Надоховская Галина Александровна Смирнова Назира Кабуловна Середина Валентина Петровна Непотребный Алексей Иванович Киселев Алексей Геннадьевич Русинова Евгения Сергеевна Худобец Андрей Михайлович Серых Антон Александрович Чемерис Алексей Николаевич

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выпуск 2 Мониторинг природной среды на объектах нефтегазового комплекса

Аналитический обзор

Компьютерная верстка выполнена Т.А. Калюжной

Лицензия ИД № 04108 от 27.02.01

Подписано в печать 19.06.2006. Формат 60х84/16. Бумага писчая. Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 6,9. Тираж 300 экз. Заказ N 160.

ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, ул. Восход, 15, комн. 407, ЛИСА. Полиграфический участок ГПНТБ СО РАН. 630200, Новосибирск, ул. Восход, 15.