МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

РД 52.24.609-2013

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ростов - на - Дону
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН федеральным государственным бюджетным учреждением «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ А.М. Никаноров, чл.-корр. РАН, д-р геол.-мин. наук, Т.А. Хоружая, д-р биол. наук; А.А. Назарова, канд. хим. наук; Л.И. Минина, канд. хим. наук

3 СОГЛАСОВАН с ФГБУ «НПО Тайфун» 29.07.2013
и УМЗА Росгидромета 06.08.2013

4 УТВЕРЖДЕН Заместителем Руководителя Росгидромета 07.08.2013

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН ФГБУ «НПО Тайфун» за номером РД 52.24.609-2013 от 20.08.2013

6 ВЗАМЕН РД 52.24.609-99 «Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях»

© Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2013

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины, определения и сокращения ... 2
4 Общие положения ... 6
5 Формирование сети пунктов и программы наблюдений ... 7
6 Анализ проб. Обработка, обобщение результатов, оценка состояния донных отложений ... 10
Приложение А (справочное) Основные виды производств, загрязняющих водные объекты ... 14
Приложение Б (справочное) Загрязняющие вещества, способные накапливаться в донных отложениях водных объектов, испытывающих негативное воздействие основных видов производств ... 15
Приложение В (справочное) Природа токсичности донных отложений ... 17
Приложение Г (справочное) Принципы биотестирования токсичности донных отложений ... 18
Приложение Д (справочное) Основные характеристики донных отложений водных объектов и их определение ... 20
Приложение Е (рекомендуемое) Расположение мест отбора проб донных отложений при предварительном обследовании водных объектов ... 22
Приложение Ж (обязательное) Периодичность и сроки отбора проб донных отложений для определения загрязняющих веществ и биотестирования ... 23
Приложение И (справочное) Способы и устройства для отбора проб донных отложений ... 24
Приложение К (обязательное) Способы хранения проб донных отложений для химического анализа ... 25
Приложение Л (обязательное) Отбор, хранение и подготовка проб для биотестирования ... 26
Приложение М (справочное) Перечень методик измерений показателей состава донных отложений ... 27
Приложение Н (справочное) Роль биогенной составляющей в оценке загрязненности донных отложений водных объектов ... 30
Приложение П (справочное) Использование донных отложений в качестве объекта наблюдения при идентификации источников загрязнения водных объектов ... 31
Приложение Р (справочное) Закономерности реакций организмов на токсическое воздействие химических веществ, воды или донных отложений ... 33
Приложение С (обязательное) Форма представления результатов наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов ... 35
Библиография ... 37

Введение

Донные отложения являются важнейшей составляющей водных объектов, в значительной степени определяющей их состояние. В донных отложениях происходит аккумуляция большей части органических и неорганических, в том числе наиболее опасных и токсичных загрязняющих веществ, которые при определенных условиях (ветровое взмучивание, изменение pH, минерализации, водности, проведение дноуглубительных работ, дампинг и т.д.) могут переходить в водную толщу, вызывая ее вторичное загрязнение. Загрязненные донные отложения обычно токсичны и, являясь средой обитания многочисленных классов бентофауны, влияют на их видовой состав, бионакопление наиболее опасных веществ, нарушение цепи биоценоза. Поэтому любая информация о состоянии водных объектов без учета загрязненности их донных отложений может быть ошибочной.

Процесс накопления и токсическое действие загрязняющих веществ в донных отложениях зависят от многих факторов: их природы и физико-химических свойств, типа донных отложений, температурного режима, окислительно-восстановительных условий, наличия взвешенных веществ и т. д. Последним принадлежит особая роль, поскольку на них сорбируется значительная часть поступающих в водный объект загрязняющих веществ. Небольшие глубины, особенности водосбора, характер поступления сточных вод, присутствие взвешенных веществ, характерные для большинства водотоков и водоемов, способствуют седиментации сорбированных взвешенными веществами загрязняющих веществ без существенного изменения их химического состава и интенсивному накоплению на дне, где процессы биохимического окисления протекают гораздо медленнее.

На этом основано использование донных отложений в качестве индикаторов при оценке состояния водных объектов, особенно при их хроническом загрязнении, идентификации источников загрязнения, характеристике биогенного или антропогенного происхождения их химического состава и т. д.

Оценку состояния донных отложений водных объектов обычно проводят на основании данных о содержании и химическом составе загрязняющих веществ в них, либо путем биотестирования. Биотестирование основано на определении интегральной токсичности, обусловленной совокупностью всех токсических химических веществ и их метаболитов, обнаружении наиболее опасных участков их накопления в донных отложениях. Результаты химического анализа позволяют выявить природу этих веществ, оценить характер, степень и источник загрязнения, на основании которых принимаются целенаправленные природоохранные мероприятия по охране водных объектов.

Оба эти подхода дополняют друг друга, поэтому химико-токсикологическая оценка состояния донных отложений водных объектов более эффективна.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Дата введения – 2013-09-02

1 Область применения

Настоящий руководящий документ устанавливает требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов в составе существующей системы государственного мониторинга водных объектов.

Руководящий документ предназначен для использования территориальными органами Росгидромета, Федеральным агентством водных ресурсов (Росводресурсы) и других министерств и ведомств, осуществляющих мониторинг состояния водных объектов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность

ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков

ГОСТ 27384-2002 Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств

ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 54496-2011 Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей

РД 52.18.263-90 Положение. Охрана природы. Геосфера. Организация и порядок проведения наблюдений за содержанием остаточных количеств пестицидов, регуляторов роста растений и основных токсичных продуктов их разложения в объектах природной среды

РД 52.24.309-2011 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши

Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод

РД 52.24.354-94 Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием поверхностных вод суши в районах разработки месторождений нефти, газа и газоконденсата

РД 52.24.509-2005 Внутренний контроль качества гидрохимической информации

Р 52.24.566-94 Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем

РД 52.04.567-2003 Положение о государственной наблюдательной сети

Р 52.24.581-97 Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития угледобывающей промышленности и сопутствующих производств

РД 52.24.618-2000 Методические указания. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития металлургического производства

РД 52.24.635-2002 Методические указания. Проведение наблюдений за токсическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования

РД 52.24.662-2004 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методами биотестирования с использованием коловраток

ФР.1.39.2007.03223 Методика выполнения измерений. Биологические методы контроля. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей

МИ 2335-2003 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа.

Примечание – Ссылки на остальные нормативные документы приведены в таблице М.1 (приложение М).

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем руководящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

биотестирование (биологическое тестирование воды): Оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами.

[ГОСТ 27065-86, статья 39]

3.1.2 **биотест:** Совокупность приемов получения информации о токсичности воды (донных отложений для гидробионтов на основе регистрации реакций тест-объектов (Р 52.24.566).

3.1.3

водный объект: Сосредоточение вод на поверхности суши, либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима.

[ГОСТ 19179-73, статья 6]

3.1.4

водоем: Водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

[ГОСТ 19179-73, статья 18]

3.1.5

водоток: Водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

[ГОСТ 19179-73, статья 15]

3.1.6 **донные отложения**: Донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно в результате внутриводоемных процессов, в которых участвуют вещества как естественного, так и антропогенного происхождения [1].

3.1.7

загрязнение вод: Поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов или тепла.

[ГОСТ 27065-86, статья 13]

3.1.8 **загрязнение токсическое**: Загрязнение воды водоемов и водотоков токсичными веществами (РД 52.24.635).

3.1.9 **загрязнение вод вторичное**: Загрязнение вод в результате превращения внесенных ранее загрязняющих веществ, массового развития организмов или разложения мертвой биологической массы, содержащейся в воде и донных отложениях [1].

3.1.10

загрязняющее воду вещество, загрязняющее вещество: Вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 40]

3.1.11 **зона влияния источника загрязнения:** Часть водоема или водотока, в которой превышаются фоновые значения показателя качества воды, но нарушение норм качества не наблюдается [1].

3.1.12 **информация о состоянии окружающей среды, ее загрязнении:** Сведения (данные), полученные в результате мониторинга состояния окружающей среды, ее загрязнения [2].

3.1.13

источник загрязнения вод: Источник, вносящий в водные объекты загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло.

[ГОСТ 27065-86, статья 16]

3.1.14

качество воды: Характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 4]

3.1.15 **миграция химических веществ:** Перемещение химических веществ, содержащихся в природных водах, вместе с водной массой внутри нее, выпадение их в осадок, удаление в атмосферу или потребление их растительными и животными организмами [1].

3.1.16 **мониторинг водных объектов:** Система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических и юридических лиц [3], [4].

3.1.17 **окислительно-восстановительный потенциал, Eh:** Мера химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах. Такие процессы называются реакциями окисления-восстановления и обусловлены отдачей электронов одними веществами и получением их другими [1].

3.1.18 **окружающая среда:** Совокупность компонентов окружающей среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов [5].

3.1.19

предельно допустимая концентрация веществ в воде; ПДК: Концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

[ГОСТ 27065-86, статья 17]

3.1.20 **пункт наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши:** Место на водотоке или водоеме, в котором производят комплекс работ для получения данных о качестве воды или донных отложений.

3.1.21 **результат измерения:** Значение величины, найденное путем ее измерения.

3.1.22 **сеть пунктов наблюдений:** Совокупность пунктов наблюдений конкретного вида, построенная по научно обоснованному принципу.

3.1.23

состояние водного объекта: Характеристика водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 45]

3.1.24 **створ пункта наблюдений**: Условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производят комплекс работ для получения данных о показателях состава и свойствах воды [1].

3.1.25

сточные воды: Воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 29]

3.1.26 **сухой остаток**: Общая масса вещества, полученная после высушивания донных отложений при температуре 105 °С до постоянной массы.

3.1.27 **токсикологические (биотестовые) показатели**: Показатели биотестирования на различных тест-объектах.

3.1.28 **точка отбора пробы**: Точно зафиксированное местоположение отбора пробы воды или донных отложений [1].

3.1.29 **фоновый створ**: Створ, расположенный на расстоянии не менее 1 км выше источников загрязнения (условно чистый участок водного объекта) [1].

3.1.30 **хроническое загрязнение водного объекта**: Явление, характеризующееся длительным увеличением содержания нормируемых веществ в воде и донных отложениях в результате воздействия постоянных источников загрязнения.

3.2 В настоящем руководящем документе применены следующие сокращения:

ААС – атомно-абсорбционная спектроскопия;
ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография;
ГЖХ – газожидкостная хроматография;
ГХ-МС – газовая хроматография-массспектрометрия;
ГХЦГ – гексахлорциклогексан;
ДДД – дихлордифенилдихлорметилметан;
ДДТ – дихлордифенилтрихлорэтан;
ДДЭ – дихлордифенилдихлорэтилен;
ИК – инфракрасная спектрометрия;
ОТД – острое токсическое действие;
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды;
ПХБ – полихлорбифенилы;
ПХФ – полихлорфенолы;
СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества;
ТСХ – тонкослойная хроматография;
УФ – ультрафиолетовая спектрометрия;
ХОП – хлорорганические пестициды;
ХТД – хроническое токсическое действие;
pH – водородный показатель.

4 Общие положения

4.1 Настоящий руководящий документ содержит методико-методологические основы организации и проведения наблюдений за состоянием донных отложений на основе изучения их химического загрязнения и токсичности.

4.2 Организацию и проведение мониторинга донных отложений осуществляют согласно Водному Кодексу [6] в соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга водных объектов [3], [4] с учетом ведомственных документов Росгидромета и Росводресурсов.

4.3 Принципами организациии проведения мониторинга донных отложений являются:

а) регулярность и комплексность их проведения;

б) репрезентативность мест отбора проб донных отложений;

в) согласованность программ наблюдения и сроков отбора проб воды и донных отложений с целью последующего анализа (сопоставления) данных мониторинга;

г) использование дифференцированного перечня контролируемых химических показателей, учитывающих специфику состава сточных вод основных производств, являющихся источником загрязнения наблюдаемого водного объекта (приложение А), [7]. Примерный перечень загрязняющих веществ, способных накапливаться в донных отложениях, приведен в приложении Б;

д) проведение интегральной оценки токсичности донных отложений на основе биотестирования для выделения зон и участков накопления в них загрязняющих веществ и установления влияния источников загрязнения водного объекта. Теоретические положения, касающиеся природы токсичности донных отложений и принципов биотестирования, приведены в приложениях В и Г;

е) обеспечение единства и достоверности измерений при анализе проб воды и донных отложений с использованием аттестованных методик измерений.

4.4 Методики измерений, используемые для количественного химического анализа проб донных отложений и воды, должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ 27384 и допущены для задач мониторинга водных объектов. В отдельных случаях допускается использование временно не аттестованных методик.

4.5 При обнаружении зон с высоким уровнем хронического загрязнения донных отложений, или при залповых сбросах сточных вод и авариях, в регионе проводят дополнительные экспедиционные обследования непосредственно на участке техногенного воздействия, целью которых является выявление источника загрязнения, масштабов и ареалов его распространения, а также оценка последствий влияния на состояние объектов природной среды.

5 Формирование сети пунктов и программы наблюдений

5.1 Отбор проб донных отложений проводят в пунктах наблюдений за состоянием донных отложений на водных объектах (далее – пункт наблюдений), имеющих большое хозяйственное значение и подверженных значительному загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными водами.

5.1.1 Пункты наблюдений рекомендуется устанавливать согласно [8]:

а) вблизи сброса сточных вод промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий;

б) на участках с обнаруженными повторяющимися случаями нарушений норм качества воды согласно [9], [10], повышенных концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях или их токсичности [11], [12], в местах возможного влияния на состояние водных объектов наиболее значимых источников загрязнения;

в) в пунктах многоцелевого использования (режимные наблюдения, наблюдения за выносом в моря, в трансграничных водах и т.д.).

5.1.2 Формирование сети пунктов наблюдений производят на основании предварительного, в том числе экспедиционного, обследования районов наблюдения, включающего [13]—[15]:

а) инвентаризацию основных источников загрязнения и компонентного состава загрязняющих веществ сточных вод;

б) выявление наиболее загрязненных участков водотоков и водоемов;

в) изучение батиметрических карт, лоций, гидрологических и гидродинамических данных;

г) описание распределения и перемещения в водном объекте донных отложений, их типов и других характеристик приведено в приложении Д;

д) определение и уточнение пунктов, створов наблюдений и программы наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.

5.1.2.1 При выполнении обследования расстояния между точками отбора проб донных отложений зависят от морфологии строения ложа дна, наличия антропогенной нагрузки, речной сети (притоков), глубины водного объекта и т.д. В частности, зависимость частоты сетки отбора проб от глубины водного объекта приведена в приложении Е.

5.1.2.2 На основании результатов обследования для проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях выбирают те из действующих пунктов режимных наблюдений, которые удовлетворяют требованиям по 5.1.1.

5.1.2.3 На водотоках отбор проб донных отложений производят выше и ниже места сброса сточных вод. Верхний (фоновый) створ обычно устанавливают на расстоянии не менее 1 км выше источников загрязнения, на участках водных объектов, не подверженных влиянию сточных вод предприятий; нижний створ – не далее 0,5 км от места сброса сточных вод [8].

5.1.2.4 При проведении работ по идентификации конкретного источника загрязнения между створами выше и ниже источников загрязнения устанавливают дополнительные створы, характеризующие влияние отдельных источников загрязнения.

5.1.2.5 На водоемах отбор проб донных отложений производят в зоне влияния сброса сточных вод, в зоне верхнего бьефа гидроузла или в районе истока реки (канала) из исследуемого водоема и в замыкающих створах питающих их водотоков [8].

5.1.2.6 Один створ на водоемах и водотоках целесообразно совместить со створом сброса сточных вод [8], где происходит максимальное накопление донных отложений.

5.1.3 При исследовании вторичного загрязнения водного объекта пробы донных отложений отбирают в местах, где обмен загрязняющими веществами между водной массой и донными отложениями характеризуется экстремальными значениями:

а) на судовом ходу;

б) на участках водоемов с глубинами до 10 м;

в) в зонах ветрового перемешивания вод;

г) на перекатах рек и т.д.

5.1.4 Типы и характеристики донных отложений в пробах, отобранных в пунктах наблюдений и фоновых створах, по возможности, должны быть идентичны.

5.2 Формирование программы наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов проводят в установленных согласно 5.1 пунктах наблюдений с учетом особенностей поступления загрязняющих веществ в водоемы и водотоки, их форм миграции, скоростей трансформации, особенностей донных отложений.

5.2.1 Для общего описания характеристики донных отложений следует определять их визуальные физические характеристики (цвет, запах, консистенцию, тип, включения), температуру, влажность, значения pH и Eh.

5.2.2 Наблюдения по токсикологическим (биотестовым) показателям для донных отложений включают определение острого и хронического действия (ОТД и ХТД) в биотестах.

Биотесты ставят на лабораторных тест-объектах: хирономидах, дафниях, цериодафниях, коловратках, водорослях, парамециях.

Можно использовать организмы из природных популяций, которые населяют исследуемый водный объект и отловлены на его незагрязненных участках:

а) личинки насекомых, обитающих в воде (хирономиды, жуки, эфемериды);

б) ручейники;

в) бентические ракообразные (водяной ослик, бокоплавы, гаммарусы).

5.2.3 Перечень определяемых в донных отложениях загрязняющих веществ включает наиболее распространенные приоритетные

(нефтепродукты, ПАУ, пестициды, тяжелые металлы) и специфические для отдельных видов производств загрязняющие вещества (ПХБ, ПХФ, сероорганические соединения и др.). Основанием для этого являются:

а) их высокая токсичность;

б) биохимическая устойчивость;

в) способность к сорбции на взвешенных веществах с последующим осаждением на дно водного объекта;

г) аккумуляция донными отложениями, водной биотой и животными.

5.2.3.1 Компонентный состав тяжелых металлов устанавливают с учетом специфики источников загрязнения [14], [15].

Приоритетными для наблюдений являются ртуть, мышьяк, медь, цинк, кадмий, свинец, хром.

5.2.3.2 Компонентный состав нефтепродуктов включает углеводороды и смолистые вещества (смолы и асфальтены). Последние способны накапливаться в донных отложениях в значительной степени (до 80 % от общей суммы нефтяных компонентов).

5.2.3.3 Компонентный состав контролируемых ПАУ включает, в основном, стойкие и токсичные 4-7-ядерные ароматические углеводороды, имеющие преимущественно техногенное происхождение. Исследование компонентного состава ПАУ допустимо проводить в пробах, где обнаружены их высокие суммарные концентрации.

5.2.3.4 Компонентный состав пестицидов включает наиболее опасные и стойкие хлорорганические пестициды (ХОП); α-, β-, γ-изомеры ГХЦГ; ДДТ и его метаболиты – ДДД и ДДЭ. Пестициды других классов, способные к накоплению в донных отложениях, определяют только в водных объектах, где имеются источники их поступления.

5.2.3.5 Специфические загрязняющие вещества (ПХБ, ПХФ, серосодержащие соединения и др.) определяют в донных отложениях только тех водных объектов, где имеются источники их поступления.

5.2.4 Периодичность и сроки отбора проб донных отложений для определения загрязняющих веществ и биотестирования устанавливают согласно приложению Ж с учетом гидрологической ситуации в водном объекте и времени максимального поступления веществ в донные отложения.

При идентификации источника загрязнения водного объекта специально проводят дополнительный отбор проб донных отложений.

5.3 При появлении новых источников загрязнения, изменении условий сброса, расхода и состава сточных вод прежних источников, смещении зон максимального осадконакопления состав сети пунктов наблюдения, перечень загрязняющих веществ и сроки отбора проб должны быть пересмотрены.

6 Анализ проб. Обработка, обобщение результатов, оценка состояния донных отложений

6.1 Отбор и подготовку проб донных отложений к химическому анализу и биотестированию выполняют в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01; ГОСТ 17.1.5.05; РД 52.24.635; [16] и [17], а также приложениями И, К и Л.

6.2 Основные характеристики донных отложений водных объектов определяют согласно приложению Д; влажность, температуру, pH и Eh – по [17], используя те же процедуры, стандартные растворы и средства измерений, которые применяются для измерения этих показателей в воде.

6.3 Анализ загрязняющих веществ в донных отложениях выполняют по методикам измерений, приведенным в приложении М.

6.4 Для донных отложений практически отсутствуют нормативы, регламентирующие содержание даже наиболее распространенных и токсичных загрязняющих веществ, поэтому оценку загрязненности донных отложений проводят одним из рекомендуемых ниже способов:

- сравнением массовой доли каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений, в абсолютной форме, либо в относительной форме в виде коэффициентов загрязнения, факторов загрязнения, представляющих отношения обнаруженной концентрации к фоновой [14]. Недостатком метода является практическое отсутствие в настоящее время незагрязненных донных отложений и выбор фонового створа для многих водных объектов является проблематичным.

- сравнением концентраций определяемых веществ (преимущественно тяжелых металлов), содержащихся в поверхностном односантиметровом слое и фоновых донных отложениях, отобранных в этой же точке до периода их заметного загрязнения на глубине не менее 20 см. Частное от деления этих величин представляет собой коэффициент загрязнения [18].

- сравнением кратности отношения абсолютной массовой доли определяемого вещества к средней характерной массовой доле каждого определяемого вещества для различных типов донных отложений. В зависимости от величины кратности (меньше или больше единицы) можно судить о степени загрязненности донных отложений в исследуемый период времени [14], [15]. Этот способ применим при наличии многолетних наблюдений за состоянием донных отложений в конкретном водном объекте в условиях постоянного антропогенного воздействия.

Концентрации загрязняющих веществ в пробах донных отложений сравнивают с поправкой на размер частиц донных отложений: фракцию размером менее 63 или 125 мкм анализируют в том случае, если материал фракции составляет не менее 30 % от всей пробы.

6.5 Способ представления полученных результатов зависит от

конкретной целевой задачи. Возможны следующие способы представления данных:

а) включение в таблицы первичной информации, т.е. данных всех измерений;

б) обработка данных измерений с помощью статистических методов, преобразование данных в значения, позволяющие судить о временных и (или) пространственных изменениях;

в) представление данных в виде графиков, что позволяет с первого взгляда обнаружить тенденции; отражение на графике контрольных параметров позволяет представить ситуацию в развитии. Графики могут быть представлены в линейной форме, в виде гистограмм, круговых диаграмм и т.п.;

г) оценка данных, полученных из разных источников, во взаимосвязи с информацией, содержащей географические ссылки;

д) агрегирование данных методом выведения обобщенных показателей качества (при большом объеме данных).

6.6 При оценке загрязненности донных отложений следует учитывать вклад биогенной составляющей для веществ, имеющих смешанное (природное и антропогенное) происхождение согласно приложению Н и [16]—[19].

6.7 При проведении работ по идентификации источника загрязнения водного объекта необходимо располагать информацией о составе специфических загрязняющих веществ в сточных водах и предполагаемом источнике их загрязнения согласно приложению П и [17], [20], [21].

6.8 Оценку токсичности пробы донных отложений проводят с помощью биотестирования с использованием одной методики (биотеста) или набора методик (биотестов).

6.8.1 Биотестирование донных отложений проводят выборочно на:

- нативной, необработанной пробе;
- водной вытяжке из донных отложений;
- органической вытяжке.

Для биотестирования "необработанной" пробы донных отложений используют биотест на организмах зообентоса согласно РД 52.24.635.

Для биотестирования водной вытяжки используют биотесты на дафниях, цериодафниях, водорослях, парамециях, коловратках и рыбах согласно рекомендациям Р 52.24.566 и Р 52.24.662. Приоритетным при оценке результатов биотестирования водной вытяжки по набору биотестов является биотест на дафниях или цериодафниях.

6.8.2 Оценка токсичности пробы является экспертной. Ее проводят, используя результаты регистрации ОТД и ХТД, с учетом закономерностей реагирования, особенностей жизнедеятельности использованных тест-объектов по Р 52.24.635.

При использовании набора биотестов общую оценку токсичности выводят исходя из следующего принципа: если хотя бы в одном из биотестов проба донных отложений оказывает токсическое действие, ее

считают токсичной (результаты различных биотестов могут не совпадать вследствие различий в чувствительности тест-объектов к токсическому воздействию). Закономерности реакций организмов на токсическое воздействие химических веществ, воды или донных отложений приведены в приложении Р.

6.8.3 Общую оценку уровня токсического загрязнения донных отложений водного объекта (в целом) проводят на основе результатов биотестирования проб, отобранных на разных его участках [22]. По наличию токсичности в различных пробах донных отложений судят о расположении участков накопления токсичных загрязняющих веществ в водном объекте, зонах влияния источников загрязнения.

Для оценки уровня токсического загрязнения донных отложений водного объекта рекомендуется использовать таблицу 1.

Таблица 1 – Оценка уровня токсического загрязнения донных отложений водного объекта

Тип и характер донных отложения	Участки водного объекта с токсичностью в пробах	Уровень токсического загрязнения
Ил преимущественно мелкодетритный	На отдельных участках	Умеренно загрязненные
Ил мелко- и крупнодетритный	На значительной части участков	Загрязненные
Ил всех типов, илистый песок	На всех участках	Грязные
Донные отложения всех типов, поверхность камней, гравия, гальки		Очень грязные

6.8.4 Оценку уровня токсического загрязнения экосистемы водного объекта проводят на основе результатов биотестирования проб донных отложений, проб воды из придонных слоев и проб воды водной толщи. При этом в токсикологических экспериментах используют одни и те же биотесты.

6.8.5 Программа внутреннего контроля качества измерений содержания компонентов донных отложений может быть построена аналогично изложенному в РД 52.24.509. Как минимум в неё должны входить следующие виды работ:

- контроль загрязнения при отборе проб донных отложений;
- контроль стабильности градуировочной характеристики используемых методик измерений;
- контроль одной из характеристик погрешности измерений (погрешности, повторяемости или воспроизводимости).

Контроль загрязнения при отборе проб донных отложений можно организовать при наличии стандартных образцов донных отложений. При этом можно оценить возможное загрязнение пробы из-за неподготовленного оборудования для отбора проб, неправильного хранения и транспортирования проб, неквалифицированной работы оператора.

Контроль стабильности градуировочной характеристики (для методик, предусматривающих наличие градуировочного графика) проводят аналогично порядку изложенному в РД 52.24.509.

Для контроля погрешности используют стандартные образцы донных отложений. При отсутствии стандартных образцов используют рабочие пробы донных отложений, в которые вносят известные добавки определяемых компонентов.

Контроль прецизионности проводят на стандартных образцах или рабочих пробах в условиях повторяемости или воспроизводимости, если определяемый компонент пробы стабилен. Нормативами контроля являются приведённые в методике измерений характеристики погрешности.

6.9 Все работы по оценке загрязненности донных отложений и токсичности, идентификации источников их загрязнения должны выполняться квалифицированными специалистами, имеющими профессиональный опыт в этой области.

6.10 Результаты наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов представляют в соответствии с приложением С.

Приложение А
(справочное)

Основные виды производств, загрязняющих водные объекты

Отрасль хозяйства	Вид производства
Нефтяная промышленность	
- нефтедобывающая	Добыча и транспортировка нефти
- нефтеперерабатывающая	Производство бензинов, керосинов, дизельных топлив, мазутов и др.
Газовая промышленность	Добыча и транспортировка газа.
Угольная промышленность	Добыча угля. Переработка и использование и ископаемых углей
Топливно-энергетическая промышленность	Производство электроэнергии (ГЭС, ГРЭС, ТЭЦ, АЭС).
Металлургическая промышленность	
- черная металлургия	Горнорудное производство: добыча железных, марганцевых и хромитовых руд, нерудного сырья; обогащение и агломерация руд; коксохимическое производство
- цветная металлургия	Горнорудное производство и обогащение руды и песков. Производство цветных металлов и их сплавов: алюминиевое, свинцово-цинковое, никель-кобальтовое, оловянное, титано-магниевое, редких и рассеянных металлов и др.
Машиностроительная промышленность	Производство оборудования: металлургического, горно-шахтного, нефтяного, энергетического. Станкостроение и инструментальное производство: кузнечно-прессовое производство, общее машиностроение, железнодорожное машиностроение, морское и речное судостроение, сельскохозяйственное машиностроение, авиационная промышленность
Химическая промышленность	Нефтехимическая; коксохимическое, химикофармацевтическое производство; производство синтетических смол и пластмасс, искусственных химических волокон, синтетического каучука; пестицидов, минеральных удобрений; сернокислотное производство; содовое производство
Целлюлозно-бумажная промышленность	Производство целлюлозы, бумаги, картона и др. продукции
Лесохимическая промышленность	Производство канифоли, скипидара, этилового спирта, фурфурола, кормовых дрожжей и др.
Легкая промышленность	Текстильное, кожевенное производство
Агропромышленный комплекс	Сельскохозяйственное производство: растениеводство, животноводство, агрохимическое обслуживание сельского хозяйства, переработка сельскохозяйственного сырья, пищевая промышленность

Приложение Б
(справочное)

Загрязняющие вещества, способные накапливаться в донных отложениях водных объектов, испытывающих негативное воздействие основных видов производств

Т а б л и ц а Б.1 – Примерный перечень загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов

Источник загрязнения	Загрязняющее вещество
Нефтяная промышленность	
- нефтедобывающая	Нефтепродукты, СПАВ, химические реагенты (нитролигнин, карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламиды и др.), 3-5-ядерные ПАУ, их производные, гетероциклические азот-, серосодержащие соединения (метил-, диметилбензтиофены и др.), тяжелые металлы
- нефтеперерабатывающая	Нефтепродукты, СПАВ, ПАУ, их азот-, серосодержащие гетероциклические производные (метил-, диметилбензтиофены, нафтотиофены и др.), тяжелые металлы, фталаты
Газовая промышленность	
- добыча и переработка газа и газоконденсата	Углеводороды, ПАУ, их серосодержащие гетероциклические производные, хлор- и аминопроизводные других циклических веществ, СПАВ
Теплоэнергетика	ПАУ, нефтепродукты, тяжелые металлы (As, V, Pb, Cr, Cd, Ni, Zn и др.)
Угольная промышленность	
- добыча и обогащение угля	Тяжелые металлы (Fe, Cd, Ni, Pb, Zn, Cu, Mn, Be, Co, Sr и др.), ПАУ, их азот- и серосодержащие гетероциклические производные, нефтепродукты
- коксохимическое производство	ПАУ, их кислород-, азот-, серо-, галогенсодержащие гетеро-циклические производные (бенз-, дибензкарбазолы, бенз-, дибензакридины, бензхинолины и др.), каменноугольные смолы, терпеновые, ароматические спирты, тяжелые металлы (Rb, Cd, Hg, Mn, Al, Fe и др.), дибензфураны, ПХБ, СПАВ, углеводороды, цианистые соединения, сажа и др.
Черная металлургия	
- горнорудное производство - производство чугуна, стали, проката, металлосплавов	Тяжелые металлы, каменноугольные смолы, нефтепродукты, СПАВ, реагенты обогащения руд (масла и др.), ПАУ, их кислород-, серо-, азотсодержащие гетероциклические производные, полихлорированные диоксины, ПХБ, цианистые соединения, амины и др.

Окончание таблицы Б.1

Источник загрязнения	Загрязняющее вещество
Цветная металлургия	
- горнорудное производство - производство цветных металлов и их сплавов	Металлы (Al, Zn, Cu, Fe, Pb, Co, Cr, Ni, Mn, Cd, и др.), нефтепродукты, СПАВ, полихлорированные диоксины, ПХБ, цианистые соединения и др.
Машиностроительная промышленность	Тяжелые металлы, СПАВ, нефтепродукты, диметил-, диоктил-, дибутилфталаты и др.
Целлюлозно-бумажная промышленность	Лигносульфонаты, ПАУ, нефтепродукты, СПАВ, тяжелые металлы (Mn, Fe, Mo, V, Cu, Co и др.), хлор-, сероорганические соединения, сера молекулярная, диметил-, дибутилфталаты и др.
Лесохимическая промышленность	ПХФ, СПАВ, лигносульфонаты и др.
Производство лаков и красок	Фенол-формальдегидные смолы, СПАВ, углеводороды, ПХФ, фталаты, нитро-, хлорфенолы, производные ароматических аминов, кислот и др.
Сельскохозяйственное производство	
- животноводство - растениеводство	Пестициды, СПАВ, тяжелые металлы (Zn, Cu, Fe и др.), нефтепродукты
Пищевая промышленность	
- мясоперерабатывающие, молочные и рыбные производства	Жиры, высокомолекулярные жирные органические кислоты, спирты, нефтепродукты, СПАВ и др.
Очистные сооружения, хозяйственно-бытовые сточные воды	Нефтепродукты, СПАВ, жиры, высокомолекулярные жирные кислоты, диметил-, диоктил-, дибутилфталаты, хлорорганические соединения, хлор-, сероорганические, цианистые соединения

Приложение В
(справочное)

Природа токсичности донных отложений

В.1 Токсичность химических веществ является одной из главных причин негативных последствий антропогенного загрязнения природных сред. Присутствие и накопление токсикантов в окружающей среде, в том числе в донных отложениях водных объектов, приводит к гибели всего живого, выпадению из состава природных сообществ организмов-обитателей чистых вод.

В.2 Большую роль в проявлении токсических эффектов играют сезонные колебания влияющих факторов и их параметры. Температурный режим, состав воды придонных слоев, содержание кислорода и окислительно-восстановительные условия существенно зависят от интенсивности перемещения водных масс в годичном цикле и соответственно влияют на токсичность.

В.3 Донные отложения могут стать токсичными для гидробионтов не только вследствие антропогенного загрязнения, но и в результате появления в воде продуктов жизнедеятельности определенных групп гидробионтов, например, токсинов сине-зеленых водорослей. Токсичность может появиться вследствие размывания и геологических процессов, дноуглубительных и строительных работ, добычи полезных ископаемых и строительных материалов (песка, гравия и т. д.).

Токсичность донных отложений для гидробионтов, прежде всего для бентоса, является более опасной, чем токсичность воды, поскольку она является более длительно действующим фактором.

Приложение Г
(справочное)

Принципы биотестирования токсичности донных отложений

Г.1 Биотестирование (биологическое тестирование) донных отложений – это совокупность приемов получения информации об их токсичности, используемых в водной токсикологии. Биотестирование дает характеристику интегральной токсичности проб донных отложений и природной воды в условиях конкретного водного объекта.

Г.2 Биотестирование токсичности основано на регистрации реакций водных организмов (тест-объектов). Это широко распространенный экспериментальный методический приём, который представляет собой токсикологический эксперимент. Суть эксперимента по биотестированию донных отложений заключается в том, что тест-организмы (тест-объекты) помещают в сосуд с влажными донными отложениями или в водную вытяжку из донных отложений) и выдерживают (экспонируют) определенное время, в течение которого регистрируют их реакции. В качестве тест-объектов используют лабораторные культуры гидробионтов или природные популяции.

Г.3 Приемы биотестирования широко применяются в различных областях природоохранной деятельности и используются по различным назначениям. Биотестирование является основным приёмом в разработке нормативов ПДК химических веществ (биотестирование токсичности индивидуальных химических веществ) и, в конечном итоге, в оценке их опасности для окружающей среды и здоровья населения.

Г.4 Методы биотестирования, будучи биологическими по сути, близки по смыслу к методам химического анализа донных отложений: как и химические методы, они отражают свойства отобранной пробы и характеризуют воздействие на водные биоценозы.

Разработка методов биотестирования тесно связана с успехами водной токсикологии, экотоксикологии и гидробиологии. Основным методом оценки токсичности химических веществ для рыбохозяйственных водоёмов долгое время были только биотесты, основанные на регистрации выживаемости рыб. В настоящее время перечень методик биотестирования и сферы их применения существенно расширились. Они используются для характеристики эколого-токсикологического состояния и экологического благополучия водной экосистемы. При разработке ПДК используют наборы организмов (тест-объектов), представляющих различные трофические звенья водной экосистемы, а также организмы, имеющие промысловое значение, ценные и исчезающие виды. Это биотесты на ракообразных (дафниях, цериодафниях), водорослях, макрофитах, простейших, коловратках, рыбах и других гидробионтах.

Г.5 Для токсикологической оценки загрязнения поверхностных водных объектов на основе биотестирования рекомендовано использовать биотесты на дафниях, цериодафниях, водорослях, простейших, коловратках, рыбах, установленных ГОСТ Р 54496; ФР.1.39.2007.03223; Р 52.24.566.

Для оценки уровня токсического загрязнения донных отложений предпочтительно использовать биотесты на представителях донных биоценозов – зообентосе (см. РД 52.24.635). Лучше всего использовать природные популяции данного водного объекта, например, личинок водных насекомых, отловленных на его незагрязненных участках. Наиболее массовыми видами зообентоса в большинстве озер, прудов, равнинных рек являются личинки комаров (хирономиды). Они включены в перечень тест-объектов, рекомендуемых для разработки нормативов ПДК.

О наличии токсичности судят по проявлениям негативных эффектов у тест-объектов, которые считаются показателями токсичности. Показателем токсичности является тест-реакция, изменения которой регистрируют в ходе токсикологического эксперимента в течение определенного времени (экспозиции).

Приложение Д
(справочное)

Основные характеристики донных отложений водных объектов и их определение

Д.1 Формирование донных отложений водных объектов (донных отложений) происходит под действием ряда факторов, таких как скорость поступления осадочного материала, состав осадочного материала, окислительно-восстановительные условия, гидродинамическая обстановка и другие.

Д.2 В процессе формирования донные отложения приобретают присущие им определяющие их физические свойства, среди которых основными являются:

- тип;
- цвет;
- запах;
- консистенция;
- включения.

Д.2.1 Цвет донных отложений обусловлен окислительно-восстановительными условиями, содержанием и составом органических веществ, сульфидов, гидроксидов железа и марганца и описывается полутонами (*беловато-серый, темно-серый, желто-серый, черно-серый*).

Д.2.2 Запах донных отложений зависит от протекающих в них процессов и от состава аккумулированных веществ и определяется органолептически после отбора проб. Основные виды запаха приведены в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Вид запаха	Возможные источники происхождения запаха
Химический	Промышленные сточные воды
Нефтяной	Сточные воды нефтеперерабатывающих заводов, судоходство, пластовые воды нефтегазовых месторождений
Сернистый	Сероводород
Гнилостный	Застоявшиеся сточные воды
Землистый	Сырая земля
Торфяной	Торф

Д.2.3 Консистенция донных отложений в значительной мере определяется наличием в них воды. По консистенции донные отложения делятся на жидкие (растекаются по бумаге), полужидкие (расплываются по бумаге), мягкие (легко вдавливаются пальцем), плотные (трудно вдавливаются пальцем), очень плотные (трудно разрезаются ножом).

Д.2.4 Включения в донные отложения обычно состоят из остатков флоры и фауны, различных конкреций, грубообломочного материала и описываются визуально (ракушки, остатки травы, твердые частицы и т. д.).

Д.2.5 Типы донных отложений устанавливают по механическому и вещественному составам.

Д.2.5.1 Тип донных отложений по механическому составу определяют по преобладающему размеру слагающих фракций, которые устанавливают визуально. Сочетание двух или нескольких фракций определяет двучленное название их типа (песчанистый ил, глинистый ил, илистый песок и т. д.).

Д.2.5.2 Тип донных отложений по вещественному составу определяют по содержанию основных слагающих их компонентов (карбонатов кальция и магния, органических веществ, аморфного кремнезема, иногда железа и марганца).

Д.2.5.3 В наблюдениях за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов тип донных отложений устанавливают по их механическому составу.

Д.3 В отобранных пробах донных отложений непосредственно у водного объекта определяют физические свойства в следующей последовательности: цвет, температуру, pH, Eh, запах.

Д.4 Описание типа, консистенции и включений, а также определение влажности производят в лаборатории.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Расположение мест отбора проб донных отложений при предварительном обследовании водных объектов

Таблица Е.1 – Частота сетки отбора проб донных отложений в зависимости от глубины водного объекта

Глубина водного объекта, м	Частота сетки отбора проб, м
Менее 10	От 30 до 100 включ.
Св. 10 до 40 включ.	Св. 100 » 300 »
Св. 40	» 300 » 400 »
Примечание – На водном объекте рекомендуется отбирать не менее 5 проб каждого типа донных отложений.	

Приложение Ж
(обязательное)

Периодичность и сроки отбора проб донных отложений для определения загрязняющих веществ и биотестирования

Название загрязняющего вещества	Водоток		Водоем	
	Периодичность, число раз в год	Характеристика срока	Периодичность, число раз в год	Характеристика срока
ХОП и другие пестициды	3[1)]	На спаде половодья При прохождении дождевого паводка Перед ледоставом	3[1)]	В начале весеннего наполнения В период максимального наполнения При наиболее низком уровне в летне-осенний период
	2[2)]	На спаде половодья В межень	2[2)]	В период максимального наполнения При наиболее низком уровне в летне-осенний период
Нефтепродукты, ПАУ и другие органические вещества	3[1)]	На спаде половодья При прохождении дождевого паводка Перед ледоставом	2-3	В период максимального наполнения При наиболее низком уровне в летне-осенний период При минимальных уровнях во время ледостава
Тяжелые металлы	2-3[1)]	На спаде половодья При прохождении дождевого паводка Перед ледоставом	2-3	

[1)] При возникновении чрезвычайных ситуаций и идентификации источника загрязнения водного объекта проводят дополнительный отбор проб донных отложений и сточных вод.

[2)] При отсутствии применения ХОП и других пестицидов в регионе.

Приложение И
(справочное)

Способы и устройства для отбора проб донных отложений

И.1 Способы отбора проб выбирают в зависимости от целей исследования, типа донных отложений, гидродинамического режима водного объекта, планируемых для определения в донных отложениях загрязняющих веществ и отборов из поверхностного слоя донных отложений или по горизонтам. Пробы отбирают из поверхностного слоя. Отбор проб по горизонтам выполняют при проведении специальных исследований (при оценке интенсивности хронического загрязнения; определении глубины размывания донных отложений при сгонно-нагонных явлениях; изучении вторичного загрязнения водных масс; исследовании внутриводоемных процессов и т. д.), а также для установления истинных фоновых концентраций исследуемых веществ в донных отложениях, отобранных до периода их заметного загрязнения (на глубине более 30 см).

И.2 Устройство для отбора проб выбирают в зависимости от целей исследования и мест отбора проб, а также от того, обеспечивает оно отбор проб с нарушением или без нарушения стратификации слоев донных отложений.

И.2.1 К устройствам, нарушающим стратификацию донных отложений при отборе проб, относятся дночерпатели типа штанговый ГР-91, ДЧ-0,025 и др.

И.2.2 К устройствам, не нарушающим стратификацию донных отложений при отборе проб, относятся трубки типа ТГ-1 и ТГ-1.5, снабженные специальными вкладышами-клапанами для предотвращения вымывания донных отложений при подъеме трубки, другие пробоотборники открытого гравитационного типа с автоматически закрывающейся диафрагмой.

И.3 При определении в донных отложениях неорганических загрязняющих веществ (мышьяк и тяжелые металлы) пробоотборник должен быть сделан из пластика или из нержавеющей стали. Следует избегать применения резины. Если нужного пробоотборника нет, то проба должна быть извлечена из него как можно скорее, при этом часть пробы, находящаяся в непосредственном контакте с пробоотборником, должна быть удалена. Пробоотборник должен быть предварительно промыт 5%-ной азотной кислотой (х.ч.) и ополоснут бидистиллированной водой.

При определении в донных отложениях загрязняющих веществ (хлорорганические соединения, нефтепродукты, пестициды) следует использовать пробоотборник из нержавеющей стали, ополоснутый гексаном.

И.4 В целях предотвращения перекрестного загрязнения пробы, отобранные для определения в них неорганических веществ, следует на всех этапах исследования полностью изолировать от проб, отобранных для определения органических веществ.

Приложение К
(обязательное)

Способы хранения проб донных отложений для химического анализа

К.1 Общим требованиям, предъявляемым к сосудам для хранения проб, предназначенным для анализа органических веществ, больше всего отвечают стеклянные емкости с тефлоновыми крышками. Для хранения проб на тяжелые металлы следует использовать полиэтиленовые емкости. Емкости заполняют доверху с минимальным содержанием воды над поверхностью донных отложений. Допустимо использование полиэтиленовых мешков.

К.2 Пробы донных отложений, предназначенные для анализа загрязняющих веществ, хранят при температуре не выше 5 °С не более 7 сут. В замороженном состоянии (от минус 15 °С до минус 20 °С) допускается хранение проб в течение 2 мес. Перед началом анализа пробы следует разморозить и довести до комнатной температуры. Экстракты из донных отложений хранят только в стеклянных емкостях с притертыми или тефлоновыми пробками в темноте при температуре от 5 °С до плюс 7 °С. Сроки хранения экстрактов, предназначенных для различных загрязняющих веществ, указываются в соответствующих методиках.

Приложение Л
(обязательное)

Отбор, хранение и подготовка проб для биотестирования

Л.1 Отбор проб донных отложений проводят согласно приложению И.

Л.2 Помимо проб донных отложений, на этом же участке отбирают воду (по возможности из придонного слоя), которая будет использована для подготовки к биотестированию пробы донных отложений [РД 52.24.635].

Л.3 Отобранные пробы донных отложений помещают в чистые пластиковые мешки или пластиковые (стеклянные) широкогорлые банки, в которых их доставляют в лабораторию.

Л.4 Сразу после отбора пробы помещают в холодильник или в прохладное место на борту экспедиционного судна. Во влажном состоянии пробы хранят не более 1 сут при температуре не выше 5 °С. Консервирование проб не допускается.

Л.5 Биотестирование проводят не позднее, чем через 1 сут после отбора проб. Если это невозможно, пробы замораживают. В замороженном состоянии при температуре от минус 15 °С до минус 20 °С пробы можно хранить в течение 60 сут.

Л.6 К каждой опытной пробе или серии проб ставят контрольную пробу с соответствующим типом и характеристиками донных отложений по приложению Д. Тип донных отложений в опытной и контрольной пробах должен быть одинаковым.

Подготовку опытной и контрольной проб проводят одновременно с помощью одних и тех же процедур.

Л.7 Отобранную пробу во влажном состоянии пропускают через капроновое сито с диаметром пор от 0,5 до 1,5 мм для удаления обломков раковин, камней, водорослей и отмерших организмов. Осадок собирают в полиэтиленовый мешок или пластмассовую посуду. Для выполнения этой процедуры используют воду, отобранную на том же участке одновременно с донными отложениями согласно Л.2. Количество воды для смывания осадка при этом должно быть минимальным. Полученный осадок отстаивают в течение 6 ч, после чего декантируют или сливают с помощью сифона большую часть воды. Осадок перемешивают и используют для биотестирования.

Л.8 При биотестировании «необработанной» пробы используют осадок, полученный по Л.7.

Л.9 При биотестировании водной вытяжки полученный осадок (см. Л.7) помещают в чашки Петри и оставляют на воздухе при температуре (20±5) °С для получения воздушно-сухой пробы. Берут навеску массой 100 г и добавляют природную воду (отобранную с фонового участка или отстоянную водопроводную воду) в соотношении 1:4 (400 см^3), взбалтывают в течение 1 ч, дают отстояться в течение 2 ч. Допускается центрифугирование в течение 15 мин при 3000 об/мин. Декантируют надосадочную жидкость и используют ее для биотестирования.

Приложение М
(справочное)

Перечень методик измерений показателей состава донных отложений

Таблица М.1 – Характеристика методик измерений показателей состава донных отложений

Наименование показателя	Наименование метода	Обозначение документа на методику измерений	Диапазон измерений	Погрешность измерений ± δ, %
ПОЛИЦИКЛИИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, мкг/кг				
Нафталин	ВЭЖХ с люминесцентным детектором	НДИ 05.12-2007[1)]	От 100 до 4000 включ.	44
Флуорен			От 1,5 до 200 включ.	38
Фенантрен			От 1,0 до 200 включ.	30
Антрацен			От 2,0 до 200 включ.	37
Флуорантен			От 1,0 до 200 включ.	30
Пирен			От 0,1 до 100 включ.	52
Трифенилен			От 2,5 до 5,0 включ. Св. 5,0 до 200 включ.	36 20
Хризен			От 1,0 до 100 включ.	25
Бенз(б)флуорантен				34
Бенз(к)флуорантен			От 0,05 до 50 включ.	34
Бенз(а)пирен				20
Дибенз(a,h)антрацен			От 0,1 до 50 включ.	17
Бенз(g,h)перилен			От 0,2 до 50 включ.	34
4-7 ядерные ПАУ	Тонкослойная хроматография с люминесценцией	РД 52.24.513-2002	От 60 до 600 включ. (в пересчете на бенз(а)пирен)	
ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛЫ, мкг/кг				
Арохлор-1260 (АХ-1260)	Газовая хроматография с детекторами по захвату электронов	НДИ 05.09.-2006[1)] ФР.1.31.2007.03207	От 1 до 40 включ.	22
Арохлор-1254 (АХ-1254)			От 1 до 37,5 включ.	36
Арохлор-1248 (АХ-1248)			От 1 до 40 включ.	28
Арохлор-1016 (АХ-1016)				
МЕТАЛЛЫ, мг/кг				
Кадмий	ААС с электротермической атомизацией	НДИ 05.10-2006[1)] ФР.1.31.2007.03104	От 0,05 до 5,0 включ.	34
Алюминий	Рентгенофлуоресценция	НДИ 05.08-2006[1)] ФР.1.31.2006.02634	От 4000 до 87100 включ.	5
Барий			От 25,0 до 620 включ. Св.620 до 1300 включ.	26 6
Ванадий			От 2,7 до 15,0 включ. Св.15,0 до 190 включ.	19 4
Железо			От 1000 до 61300 включ.	7

Продолжение таблицы М.1

Наименование показателя	Наименование метода	Обозначение документа на методику измерений	Диапазон измерений	Погрешность измерений ± δ, %
Кобальт	Рентгенофлуоресценция	НДИ 05.08-2006[1] ФР.1.31.2006.02634	От 1,0 до 21,0 включ. Св.21,0 до 45 включ.	20 11
Магний			От 1500 до 5400 включ. Св. 5400 » 36500 »	8 4
Марганец			От 50,0 до 140,0 включ. Св.140,0 до 1700 включ.	8 5
Медь			От 7,0 до 160,0 включ.	6
Мышьяк			От 0,6 до 3,6 включ. Св.3,6 до 38,0 включ.	18 6
Никель			От 8,0 до 19,0 включ. Св.19,0 до 150,0 включ.	30 4
Свинец			От 1,0 до 13,0 включ. Св.13,0 до 105,0 включ.	30 4
Сера (общая)			От 640 до 18700 включ.	4
Стронций			От 10,0 до 130,0 включ. Св.130,0 до 1400 включ.	20 3
Титан			От 200 до 8600 включ.	3
Хром			От 5,0 до 31,0 включ. Св.31,0 до 240,0 включ.	17 5
Цинк			От 2,5 до 14,0 включ.. Св. 14,0 до 260,0 включ.	30 2
Марганец	ААС	РД 52.10.556-95	От 0,02 до 0,2 включ.	25
Железо			От 0,25 до 1,0	58
Хром			От 0,005 до 0,01включ. Св.0,01 до 0,05 включ.	49 35
Никель			От 0,01 до 0,1 включ.	29
Ртуть	ААС с зеемановской коррекцией неселективного поглощения	М 03-05-2005[3] ФР.1.31.2005.01686	От 5,0 до 100,0 мкг/кг включ. От 0,1 до 10,0 мг/кг	45 25
НЕФТЕПРОДУКТЫ (УГЛЕВОДОРОДЫ И СМОЛИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА), г/кг				
Углеводороды	Сочетание ТСХ, спектрофотометрии (ИК и УФ) и люминесценции	НДИ 05.03.2004[1] ФР.1.31.2005.01512	От 0,01 до 1,50 включ.	40
Смолистые вещества			От 0,004 до 0,50 включ.	42
Нефтепродукты			От 0,014 до 2,0 включ	60
Углеводороды	Сочетание ТСХ, ИК, спектрофлуориметрии и люминесценции	РД 52.24.505-2010[2]	От 0,09 до 0,22 включ.	44
Смолы и асфальтены			От 0,020 до 0,070 включ.	От 70 до 20 включ.
ПЕСТИЦИДЫ, мкг/кг				
Трифлуралин	Газовая хроматография	НДИ 05.05.2005[1] ФР.1.34.2005.01892	От 1 до 20 включ.	34
Альфа-ГХЦГ			От 1 до 20 включ.	28
Гамма-ГХЦГ				
Гептахлор				
Альдрин				34
Паратион-метил			От 2 до 15 включ. Св.15 до 30 включ.	28 16
Малатион			От 1 до 20 включ.	40
Триадимефон			От 1 до 20 включ.	34
Дильдрин			От 0,1 до 10 включ.	
Эндрин				22

Окончание таблицы М.1

Наименование показателя	Наименование метода	Обозначение документа на методику измерений	Диапазон измерений	Погрешность измерений ± δ, %
ПЕСТИЦИДЫ, мкг/кг				
о,п-ДДЭ	Газовая хроматография	НДИ 05.05.2005[1] ФР.1.34.2005.01892	От 0,1 до 10 включ.	28
п,п-ДДЭ				34
о,п-ДДД				22
п,п-ДДД				28
п,п-ДДТ				
Фозалон			От 0,7 до 20 включ.	
Лямбда-Цигалотрин			От 0,3 до 10 включ.	40
Фенвалерат			От 1 до 15 включ.	22
Дельтаметрин			От 0,1 до 15 включ.	
Гексахлорбензол		РД 52.24.417-2011	От 0,2 до 3,0 включ.	37
Альфа-ГХЦГ			От 0,4 до 6,0 включ.	47
Бета-ГХЦГ			От 0,2 до 3,0 включ.	32
Гамма-ГХЦГ			От 0,4 до 6,0 включ.	42
4,4' ДДЭ			От 1 до 15 включ.	32
4,4' ДДД			От 1 до 15 включ.	34
4,4' ДДТ			От 4 до 16 включ. Св. 16 » 60 »	40 20
МЕТАН, мкг/кг				
Метан	Газовая хроматография с использованием анализа равновесного пара	РД 52.24 511-2013	От 20 до 100 включ. Св. 100 » 1000 » » 1000 » 30000 »	70 40 30
АНИОННЫЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, мг/кг				
Додецилсульфонат натрия	Фотометрия	МВИ 01.04.40[4] ФР.1.31.2006.02311	От 1,0 до 30 включ.	60
Интегральный параметр	Хемилюминесцентная фотометрия	НДИ 05.11-2007	От 10 % до 60 % включ.	4
СУЛЬФИДНАЯ СЕРА, мг/кг				
Сульфидная сера	Фотометрия	РД 52.24.525-2011	От 5 до 600 включ.	32
ТОКСИЧНОСТЬ ВОДЫ И ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ				
Токсичность с использованием инфузорий	Фотометрия	ПНД Ф Т 16.2:2 – 2003[5] ФР.1.31.2003.00735	От +0,62 до –0,62 Т включ.	± 0,42 Т
Токсичность по смертности и изменению плодовитости дафний	Микроскоп	ФР.1.39.2001.00283[6]	От 20 % до 100 % включ.	8 % -19 %

[1] Разработчик ФГУП АзНИИРХ (344002, г. Ростов-на-Дону, Береговая, 21/2).
[2] Разработчик ФГБУ «ГХИ» (344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198).
[3] Разработчик НПФ «Люмэкс» (190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д.19).
[4] Разработчик НИИХимии СпбГУ (198504, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр., д. 26).
[5] Разработчик ООО «Спектр-М» (191167, Санкт-Петербург, а/я 86, для В.В Додонова).
[6] Разработчик ООО «АКВАРОС» (107140, Москва, Б-140, а/я 111).

Приложение Н
(справочное)

Роль биогенной составляющей в оценке загрязненности донных отложений водных объектов

Н.1 *Природный химический состав иловых донных отложений* незагрязненных водных объектов представлен многочисленными органическими гидрофобными (углеводороды, ПАУ, триглицериды, жирные органические кислоты и др.) и гидрофильными (гумусовые кислоты, углеводы, белки и др.) соединениями и микроэлементами. Концентрации этих веществ могут существенно различаться в зависимости от биологической продуктивности и гидрологической ситуации водного объекта.

Многие из этих веществ поступают в водные объекты также с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами и могут накапливаться в донных отложениях. Поэтому при оценке загрязненности донных отложений следует учитывать вклад биогенной составляющей, доля которой может быть весьма существенной. Особенно актуальной эта проблема является при оценке нефтяного загрязнения водных объектов.

Н.2 Для индикации происхождения углеводородов используются современные высокоинформативные методы исследования (ГЖХ, ГХ-МС, ВЭЖХ, спектрофлуориметрия) и критерии с использованием молекулярных маркеров.

Для алифатических биогенных углеводородов характерно:

а) заметное преобладание на газовых хроматограммах н-алканов с нечетным числом атомов углерода (C_{15}, C_{17}, C_{25}, C_{27}, C_{29});

б) отсутствие "горба" неразрешенных пиков их изомеров, нафтеновых и ароматических структур;

в) отношения пристан/фитан >1;

г) отношения улеводородов с нечетным числом атомов углерода к углеводородам с четным числом атомов углерода [CPJ]>1 и др.;

д) отсутствие в составе окисленных соединений сопутствующих углеводородам нефтяных смол и асфальтенов.

Н.3 Состав ПАУ в зависимости от их происхождения (биогенное, нефтяное, пирогенное) также существенно различается. Антропогенные ПАУ нефтяного происхождения содержат 3-5-ядерные углеводороды, преимущественно с замещенными структурами; ПАУ пирогенного происхождения, являющиеся продуктами высокотемпературного пиролиза органического сырья – периконденсированные компоненты (пирен, бенз(а)пирен, бенз(а)перилен и др.); биогенные ПАУ – в основном перилен.

Для идентификации происхождения ПАУ рекомендовано использовать отношения: фенантрен/антрацен; пирен+бензапирен/(фенантрен+хризен); флюорен/пирен; пирен/перилен и др.

Естественно, что надежная интерпретация полученной информации о биогенном или антропогенном происхождении веществ в донных отложениях может быть получена только квалифицированными специалистами, имеющими профессиональный опыт в изучаемой области.

Приложение П
(справочное)

Использование донных отложений в качестве объекта наблюдения при идентификации источников загрязнения водных объектов

П.1 Донные отложения являются накопителем и преобразователем вещества и энергии в водных объектах. Степень накопления органических веществ и тяжелых металлов в донных отложениях зависит от интенсивности протекания следующих процессов:

а) сорбции на неорганических сорбентах, находящихся во взвешенном состоянии (глины, оксиды железа, марганца, алюминия, кремния и др.) с последующим осаждением на дно водного объекта;

б) сорбции на сорбентах, непосредственно входящих в состав донных отложений;

в) сорбции органическими соединениями (в первую очередь, гумусовыми веществами);

г) аккумуляции гидробионтами с последующей седиментацией продуктов их жизнедеятельности и отмирания. Претерпевая деструкцию, последние достигают дна и служат пищей для бентосных организмов. Обмен веществ протекает и в среде донных отложений, при этом часть веществ бентосных организмов может переходить и захороняться в составе самих донных отложений. При интенсивном осадконакоплении и наличии мощных источников загрязнения водных объектов этот процесс может быть весьма весомым и приводить к существенному накоплению в донных отложениях веществ, поступивших в результате осаждения взвешенных веществ и водных организмов.

П.2 На степень и характер сорбции веществ в значительной степени влияет специфика водного объекта: морфометрия дна, наличие взвешенных веществ, гидрологический и гидрохимический режимы, степень трофности, особенности водосбора, характер поступления сточных вод и т.д.

Как правило, накопление веществ в донных отложениях более характерно для водоемов с замедленным стоком при отсутствии ветрового перемешивания водных масс и циркуляционных течений, водных объектов, содержащих взвешенные вещества и т.д.

В присутствии взвешенных веществ количество сорбированных веществ может возрастать на 20 % и более, а их химический состав остается идентичным продуктам, поступившим в водный объект. Последнее обусловлено спецификой поверхностных водных объектов, где процессы сорбции веществ на взвесях с последующим осаждением на дно преобладают над процессами трансформации, протекающими в морской среде.

Значительная часть органических веществ и тяжелых металлов находится в сорбированном взвешенными веществами состоянии и подвергается седиментации без существенной трансформации их состава, поэтому они накапливаются на дне, где процессы биохимического окисления протекают гораздо менее интенсивно. Этим же объясняются гораздо более высокие уровни загрязнения донных отложений пресноводных объектов по сравнению с морскими осадками.

П.3 Химический состав донных отложений характеризуется разнообразием, сложностью и четко отражает специфику источника загрязнения.

На этом основании предложено использовать донные отложения в качестве объекта наблюдения при поиске конкретных источников загрязнения с целью предъявления им исков об ущербе водным ресурсам.

П.4 Выбор репрезентативных, в первую очередь наиболее опасных загрязняющих веществ производится с учетом специфики химического состава сточных вод предполагаемого источника загрязнения на основе имеющейся информации (паспорт предприятия) или результатов рекогносцировочного обследования водного объекта.

Принцип идентификации заключается в установлении тождественности состава веществ, обнаруженных в донных отложениях водного объекта и в предполагаемом источнике его загрязнения.

Пробы донных отложений следует отбирать с учетом возможности дифференцированной оценки вклада отдельных предприятий, загрязняющих водный объект.

П.5 Для обеспечения сопоставимости информации при анализе сточных вод или иного источника загрязнения и донных отложений, отобранных вблизи их сброса и в фоновых створах, следует применять единые методы, различающиеся лишь способами пробоподготовки. Рекомендуется использовать современные высокоэффективные методы (ААС, рентгенофлюоресцентный, ГЖХ, ВЭЖХ, ГХ-МС и др.), позволяющие получать более достоверную и полную информацию.

П.6 Значительную трудность представляет идентификация источников нефтяного загрязнения водных объектов. Это обусловлено сложностью и разнообразием химического состава нефти и нефтепродуктов, особенностями их химического и физического фракционирования, многообразием возможных источников загрязнения водных объектов (сточные воды, очистные сооружения, трубопроводы, судоходство, нефтеналивные причалы и т.д.). Поэтому для идентификации источников нефтяного загрязнения используют комплекс методов, позволяющих выявить и сопоставить специфические характеристики различных компонентов нефтепродуктов в анализируемых пробах (ИК-спектры, ГЖХ, ВЭЖХ, ГХ-МС).

В случае свежего загрязнения водного объекта (разливы нефти, аварии) более надежным объектом наблюдения является пленка.

Приложение Р
(справочное)

Закономерности реакций организмов на токсическое воздействие химических веществ, воды или донных отложений

Р.1 Реакция организма на воздействие токсичных химических веществ представляет собой комплекс взаимозависимых эволюционно сформировавшихся реакций, направленных на сохранение постоянства внутренней среды организма и в конечном итоге – на выживание.

Воздействие, в том числе токсичных веществ, присутствующих в донных отложениях или в воде, на организм описывают двумя основными параметрами: концентрацией и временем воздействия (экспозицией). Именно эти параметры определяют степень влияния токсичного вещества на организм.

Р.2 Результат токсического воздействия в водной токсикологии (и в экотоксикологии) обычно называют эффектом токсического воздействия. Для описания зависимости между эффектом воздействия токсичного вещества на организм и его концентрацией предложены различные уравнения. Наиболее простой характеристикой эффекта воздействия является формула Хабера: произведение концентрация воздействующего вещества и времени воздействия (экспозиции). Эффект представляет собой любой результат воздействия, например, гибель тест-объектов, а величины концентрации воздействующего вещества и времени воздействия выражают в соответствующих единицах измерения. Эффект будет тем большим, чем больше величина воздействия (концентрация вещества) и (или) его продолжительность.

Р.3 Не все организмы одинаково реагируют на одно и то же воздействие. Реакция зависит от чувствительности к воздействию. Чувствительность организма к токсичному веществу - это совокупность реакций на его воздействие, характеризующих скорость и степень реагирования организма. Чувствительные организмы быстрее реагируют на малые концентрации по сравнению с менее чувствительными (резистентными, устойчивыми) организмами. Чувствительность характеризуется такими показателями как время начала проявления отклика (реакции) или концентрация токсичного вещества, при которой проявляется реакция; она существенно отличается не только у разных видов организмов, но и у разных индивидуумов (особей) одного вида.

Формула Хабера позволяет сравнивать биологические эффекты различных химических веществ, анализируя их концентрации или экспозицию. Отличия по какому-либо из этих величин отражают отличия в чувствительности организмов к токсическому воздействию.

При малых концентрациях или экспозициях эффект воздействия проявляется у небольшого числа тест-организмов, которые оказываются

наиболее чувствительными, т.е. наименее устойчивыми к воздействию. По мере увеличения концентрации или экспозиции число устойчивых организмов падает, и, в конце концов, у всех (или почти у всех) организмов удаётся зарегистрировать четко выраженные эффекты токсического воздействия. В ходе токсикологического эксперимента находят зависимость отклика тест-организмов от величины или времени воздействия.

Приложение С
(обязательное)

Форма представления результатов наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов

Т а б л и ц а С.1 – Результаты наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях на территории деятельности _____ подразделения Росгидромета
наименование

Наименование пункта наблюдений	Наименование		Расположение		Дата отбора проб	Гидрологическая фаза	Глубина водного объекта в точке отбора проб, м	Интервал глубин отбора проб донных отложений, см	Тип донных отложений	Цвет	Запах	Консистенция	Включения	Температура, °С	Влажность, %	Водородный показатель	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ
	водного объекта	пункта наблюдений	створа	вертикали, доля ширины реки от левого берега													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Продолжение таблицы С.1

Наименование пункта наблюдений	Концентрация ХОП													Концентрация нефтепродуктов					
	в донных отложениях, мкг/г сух.ост							в воде, мкг/дм^3 (мкг/л)							в донных отложениях, мг/г сух.ост.			в воде, мг/дм^3 (мг/л)		
	Изомеры ГХЦГ																			
	α	β	γ	ДДТ	ДДЭ	ДДД	Сумма ХОП	α	β	γ	ДДТ	ДДЭ	ДДД	Сумма ХОП	Углеводороды	Смолистые вещества	Сумма нефтяных компонентов	Углеводороды	Смолистые вещества	Сумма нефтяных компонентов
1	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38

Окончание таблицы С.1

Наименование пункта наблюдений	Концентрация ПАУ		Концентрация тяжелых металлов														
			в донных отложениях, мкг/г сух.ост.							в воде, мкг/дм^3 (мкг/л)							
	в донных отложениях, мкг/г сух.ост.	в воде, нг/дм^3 (нг/л)	Медь	Цинк	Ртуть	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Хром	Медь	Цинк	Ртуть	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Хром
1	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

Примечания

1 Графы 10-54 следует заполнять в случае определения показателей.

2 В графе 4 описание расположения фонового створа следует дополнить записью «(фон)».

Библиография

[1] Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь.- Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 238 с.

[2] Федеральный закон Российской Федерации «О гидрометеорологической службе» от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ (с изменениями на 21 ноября 2011 г.).

[3] Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов (утв. постановлением Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219).

[4] Постановление Правительства Российской Федерации от 13.07.2011 № 572 «О внесении изменения в положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов».

[5] Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (с изменениями на 5 марта 2013 г.).

[6] Водный Кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 г. (с изменениями на 28 июля 2012 года).

[7] Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). / Госкомприрода СССР: - М., 1991. - 34 с.

[8] Житников В.Г. Размещение производительных сил и экономика районов РГЭП.- Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 1995. - 225 с.

[9] Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: Изд. ВНИРО, 1999. - 304 с.

[10] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. - СПб.:Гидрометеоиздат, 1992. - 318 с.

[11] Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. Л.В. Боевой. - Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2009. - 1150 с.

[12] Осадчая Т.С., Алёмов С.В., Щадрина Т.В. Экологическое качество донных осадков Севастопольской бухты: ретроспектива и современное состояние//Экология моря, 2004, вып. 66. - С 12-20.

[13] Даувальтер В.А. Оценка экологического состояния поверхностных вод Севера: седиментологический подход./ В кн. Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия. Апатиты, 1999. - С. 212-227.

[14] Кленкин А.А., Корпакова И.Г., Павленко Л.Ф., Темердашев З.А. Экосистема Азовского моря: антропогенное загрязнение. ФГУП «АзНИИРХ», Краснодар: ООО «Просвещение», 2007. - 323 с.

[15] Корпакова И.Г.. Клёнкин А.А., Конев Ю.В., Елецкий Б.Д., Каталевский Н.И., Павленко Л.Ф. Новый подход к оценке загрязнённости донных отложений Азовского моря// Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2005, № 2. - С. 45-53.

[16] Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Хроническое загрязнение пресноводных объектов по данным о накоплении пестицидов, нефтепродуктов и других токсичных веществ в донных отложениях / Водные ресурсы, 2007, т. 34, вып.3. - С.337-344.

[17] Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем. - Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2009. - 222 с.

[18] Немировская И.А. Углеводороды в океане (снег – вода – взвесь – донные осадки). - М.: Научный мир, 2004. - 328 с.

[19] Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach // Water Res., 1980.- V.14, - p.975-1001.

[20] Инструкция по идентификации источника загрязнения водного объекта нефтью. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. - М., 1994. - 84 с.

[21] Бродский Е.С., Лукашенко И.М., Калинкевич Г.А. Идентификация нефтепродуктов в объектах окружающей среды с помощью газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. / Журн. анал. химии, 2002. Т. 57. № 6. - С. 592-596.

[22] Руководство по определению методом биотестирования токсичности воды, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. РЭФИА, НИА – Природа.- М., 2002. - 118 с.

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер документа (ОРН)	Подпись	Дата	
	измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменения	введения изменения

gost.e-ecolog.ru