
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Сборник рекомендаций
Под редакцией члена-корреспондента РАН А.М. Никанорова

Ростов–на–Дону
2011

Разработчики:

Р 52.24.734-2010:

О.А. Клименко, канд. хим. наук; Т.А. Хоружая, д-р биол. наук;
Л.В. Боева, канд. хим. наук

Р 52.24.741-2010:

Е.Н. Бакаева, д-р биол. наук; Н.А. Игнатова, канд. биол. наук

Р 52.24.756-2011:

Л.И. Минина, канд. хим. наук; Т.А. Хоружая, д-р биол. наук;
Н.А. Мартышева

© Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2011

Содержание

Р 52.24.734-2010 Организация и проведение наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод в чрезвычайных ситуациях

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения и сокращения	2
4 Общие положения	6
4.1 Причины возникновения чрезвычайных ситуаций	6
4.2 Оценка опасности аварийных ситуаций	6
4.3 Категории опасности аварийных ситуаций и особенности сброса ЗВ в водные объекты	9
4.4 Проведение подготовительных работ в безаварийный период	11
4.5 Общие мероприятия, связанные с оповещением о чрезвычайных или аварийных ситуациях 1-3 категории и оценкой последствий таких ситуаций	12
5 Методическое обеспечение наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод по химическим и биологическим показателям в чрезвычайных ситуациях	14
5.1 Химические показатели	14
5.2 Биологические показатели	21
5.2.1 Влияние загрязнения на водные организмы	21
5.2.2 Методы биологического анализа	23
5.2.3 Биоиндикация	25
5.2.4 Биотестирование токсичности воды и донных отложений	29
6 Особенности подготовительных работ в предаварийный период	33
7 Ситуационные схемы проведения наблюдений за загрязнением водных объектов в результате ЧС	34
7.1 Водоток. Сброс загрязняющего вещества (веществ) в виде растворимого жидкого или сухого технического продукта с плотностью мало отличающейся от плотности воды водного объекта	34
7.1.1 Цели проведения наблюдений	34
7.1.2 Контрольные створы наблюдения	35
7.1.3 Состав наблюдений	38
7.1.4 Продолжительность наблюдений	40
7.2 Водоток. Сброс жидкого технического продукта с плотностью выше плотности воды водного объекта	41
7.2.1 Цели проведения наблюдений	41
7.2.2 Контрольные створы наблюдения	42
7.2.3 Состав наблюдений	42
7.2.4 Продолжительность наблюдений	43

7.3 Водоток. Сброс загрязняющего вещества в виде сухого технического продукта с плотностью выше плотности воды водного объекта	43
7.3.1 Цели проведения наблюдений	43
7.3.2 Контрольные створы наблюдения	44
7.3.3 Состав наблюдений	45
7.3.4 Продолжительность наблюдений	46
7.4 Водоток. Сброс жидкого технического продукта (в т.ч. разлив нефти) с образованием на поверхности воды пленки	46
7.4.1 Цели проведения наблюдений	46
7.4.2 Контрольные створы наблюдения	47
7.4.3 Состав наблюдений	47
7.4.4 Продолжительность наблюдений	48
7.5 Водоем. Аварийный сброс сточных вод или технического продукта в жидком или сухом виде	49
7.6 Сброс загрязняющих веществ на ледяной покров в холодный период года или в пойму реки в период временного отсутствия ее прямого контакта с основным руслом реки.....	50
7.7 Временное затопление загрязненных территорий со смывом ЗВ в водный объект	50
8 Особенности организации наблюдений в створах на приграничных участках водных объектов.....	51
Приложение А (рекомендуемое) Форма сообщения об опасной ситуации на водном объекте	53
Приложение Б (справочное) Алгоритм расчета затрат времени на обследование водного объекта по гидрохимическим показателям в случае аварийных или чрезвычайных ситуаций.....	54
Приложение В (рекомендуемое) Пример представления результатов наблюдения за зоной высокозагрязненных вод	56
Приложение Г (справочное) Перечень показателей состава и свойств воды, рекомендуемых для контроля при аварийном сбросе сточных вод предприятий отдельных отраслей хозяйственной деятельности.....	57
Библиография	65

**Р 52.24.741-2010 Оценка токсичности поверхностных вод
суши в условиях чрезвычайных ситуаций методом экспрессного
биотестирования**

1 Область применения	67
2 Нормативные ссылки	68
3 Термины, определения и обозначения	69
4 Общие положения.....	71

5 Основные принципы биотестирования поверхностных вод суши в условиях ЧС.....	72
6 Отбор, хранение и подготовка проб поверхностных вод суши для биотестирования	74
7 Биотест по реакции хемотаксиса парамеций	74
7.1 Принцип метода	74
7.2 Необходимые материалы, оборудование, реактивы	75
7.3 Подготовка к биотестированию.....	75
7.4 Проведение биотестирования	75
7.5 Регистрация реакции хемотаксиса	76
7.6 Обработка результатов, расчеты и оценка токсичности воды.....	76
7.7 Метрологическая характеристика метода	76
8 Биотест по выживаемости зоопланктеров	76
8.1 Принцип метода	76
8.2 Необходимые материалы, оборудование, реактивы	77
8.3 Проведение биотестирования	77
8.4 Регистрация показателя выживаемости и оценка токсичности воды	78
9 Определение кратности разбавления воды, снимающего острое токсическое действие воды.....	78
9.1 Биотест при разбавлении воды, снимающей ОТД.....	78
9.2 Оценка токсичности воды на основе кратности разбавления пробы	78
10 Оценка токсичности воды методом биотестирования с использованием набора биотестов	79
11 Требования безопасности, охраны окружающей среды.....	79
12 Требования к квалификации оператора.....	79
Приложение А (рекомендуемое) Экологические характеристики гидробионтов, используемых в качестве тест-объектов при биотестировании	80
Приложение Б (рекомендуемое) Гидробионты, используемые в качестве тест-объектов, и методы учета популяционных характеристик.....	82
Приложение В (справочное) Хемотаксис	83
Приложение Г (справочное) Характеристика тест-объекта инфузории <i>Paramecium caudatum</i>	84
Приложение Д (справочное) Получение исходного материала и содержание парамеций в лабораторных условиях	85
Приложение Е (обязательное) Формы представления результатов биотестирования	87
Библиография	90

Р 52.24.756-2011 Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)

1 Область применения	92
2 Нормативные ссылки	92
3 Термины, определения и сокращения	93
4 Общие положения	97
4.1 Влияние химического загрязнения на водные организмы	98
4.2 Классы опасности химических веществ (для рыбохозяйственных водоемов)	98
5 Принципы оценки опасности токсического загрязнения ПВС при ЧС	99
6 Критерии оценки опасности токсического загрязнения	100
7 Створы наблюдений	100
8 Общие требования к порядку выполнения работ	101
9 Оценка опасности токсического загрязнения по химическим показателям загрязненности ПВС	101
9.1 Оценка по критериям высокого и экстремально высокого загрязнения водного объекта	101
9.2 Оценка по критериям уровня токсического загрязнения воды	102
9.3 Оценка по суммарным коэффициентам загрязненности воды	103
9.4 Оценка по критериям высокого уровня загрязненности донных отложений	104
9.5 Оценка по критериям загрязненности с учетом трофности	105
10 Оценка опасности токсического загрязнения по биологическим показателям состояния и загрязненности водных экосистем	106
10.1 Принцип оценки	106
10.2 Биоиндикация состояния сообществ водных организмов	106
10.2.1 Оперативная экспресс-оценка	106
10.2.2 Оценка по гидробиологическим показателям	107
10.3 Биотестирование токсичности воды и донных отложений	109
11 Выявление состояния экологического неблагополучия	111
11.1 Общие положения	111
11.2 Принципы оценки экологического неблагополучия водных объектов	112
11.2.1 Оценка по химическим показателям	112
11.2.2 Оценка по биологическим показателям	114
Приложение А (справочное) Экологическая опасность и экологический риск	118
Приложение Б (справочное) Опасность загрязняющих веществ для гидробионтов	120
Библиография	124

Предисловие

Постоянный рост антропогенных нагрузок, а также происходящие в последнее время изменения климата, гидрогеологических условий формирования химического состава поверхностных вод и водного стока на территории России приводят к изменениям экологического состояния водных объектов. Наиболее опасные воздействия на водные объекты и прилегающие к ним территории имеют место при различных чрезвычайных ситуациях (ЧС), связанных с аварийными сбросами сточных вод.

Организация необходимых оперативных наблюдений в случаях ЧС представляет собой весьма сложную задачу, поскольку требует оценки опасности загрязнения отдельными компонентами сточных вод, включая токсичные соединения, общей оценки опасности для водопользователей, знания гидрологического режима с учетом различных видов аварийных сбросов и т.д. Эти оценки, а также прогноз вероятных изменений качества воды и состояния водной экосистемы в свою очередь невозможны без анализа информации в предаварийный период. С точки зрения сохранения и реабилитации водной экосистемы после ЧС важен экологический подход к оценке ситуации. Это прежде всего оценка воздействия на экосистему по данным химического анализа и биотестирования, а также характеристика отклика экосистемы по данным биоиндикации. Зачастую в случаях ЧС информация о качестве воды по гидрохимическим и особенно по гидробиологическим показателям на участках, подвергшихся негативному воздействию, недостаточна или вообще отсутствует, а данные по гидродинамическим характеристикам водного объекта весьма ориентировочны.

В ФГБУ «Гидрохимический институт» в рамках исследований по развитию и усовершенствованию нормативно-методической базы мониторинга загрязнения поверхностных водных объектов разработан ряд рекомендаций по обеспечению безопасности поверхностных вод суши Российской Федерации в условиях ЧС. Рекомендации основаны на использовании современных методических подходов, включая оценку опасности токсического загрязнения и экспресс-оценку токсичности вод.

В настоящий сборник вошли следующие рекомендации:

- Р 52.24.734-2010 Организация проведения наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод в чрезвычайных ситуациях;
- Р 52.24.756-2011 Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения);
- Р 52.24.741-2010 Оценка токсичности поверхностных вод суши в условиях чрезвычайных ситуаций методом экспрессного биотестирования.

Использование рекомендаций позволяет решать в случае ЧС следующие задачи:

- оценить опасность чрезвычайной ситуации или аварийного сброса для состояния водного объекта;

- провести предварительную подготовку и организовать оперативные комплексные наблюдения на водном объекте с целью контроля за сложившейся опасной ситуацией и прогнозированием распространения по речной сети зон высокого загрязнения с учетом форм миграции загрязняющих веществ, а также оценки текущих и возможных последующих воздействий на экосистему водного объекта и оценки изменений ее состояния по гидрохимическим, гидробиологическим, токсикологическим и микробиологическим показателям;

- выбрать форму и способ оповещения заинтересованных лиц и организаций о результатах оперативных комплексных наблюдений за состоянием водных объектов в связи с произошедшим чрезвычайным событием или опасным аварийным сбросом сточных вод.

Рекомендации, предназначены для организаций наблюдательной сети Росгидромета, но могут быть использованы и в других заинтересованных организациях независимо от их ведомственной принадлежности.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ И ИЗМЕНЕНИЕМ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают требования к организации и проведению наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод, в том числе на пограничных водных объектах в чрезвычайных и аварийных ситуациях, в результате которых происходит сброс большого количества загрязняющих веществ в водные объекты.

Рекомендации предусматривают использование химических и биологических методов для анализа и оценки негативного воздействия чрезвычайных и аварийных ситуаций на состояние водной экосистемы и качество воды водных объектов.

Рекомендации предназначены для оперативно-производственных подразделений Росгидромета, осуществляющих организацию и проведение наблюдений за состоянием поверхностных вод суши.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные 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

РД 52.24.609-99 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях

РД 52.24.622-2001 Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков

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

РД 52.24.309-2004 Рекомендации. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета

Примечание - В случае пересмотра в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-2002 и ГОСТ Р 8.563-2009 следует использовать более позднюю редакцию методики.

Р 52.24.566-94 Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем

Р 52.24.627-2007 Рекомендации. Усовершенствованные методы прогностических расчетов распространения по речной сети зон высокозагрязненных вод с учетом форм миграции наиболее опасных загрязняющих веществ

РДИ 24.28-2007 Идентификация источников нефтяного загрязнения водных объектов с использованием радиальной хроматографии

СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих рекомендациях использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **аварийный сброс сточных вод:** Сброс сточных вод с превышением проектных или установленных допустимых норм по расходу воды или по содержанию в ней одного или нескольких загрязняющих веществ.

3.1.2

биологическая индикация воды: Оценка качества воды по наличию водных организмов, являющихся индикаторами ее загрязненности.

[ГОСТ 27065-86, статья 38]

3.1.3 **биологические показатели:** Гидробиологические показатели и показатели, полученные при биотестировании.

3.1.4

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

[ГОСТ 27065-86, статья 39]

3.1.5 **биотест:** Совокупность приемов получения информации о токсичности воды (донных отложений) для гидробионтов на основании регистрации реакций тест-объекта (Р 52.24-566).

3.1.6 **визуальные наблюдения:** Метод определения состояния водного объекта путем непосредственного осмотра его [1].

3.1.7

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

[ГОСТ 19179-73, статья 6]

3.1.8

водный режим: Изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах и почвогрунтах.

[ГОСТ 19179-73, статья 14]

3.1.9

водозабор: Забор воды из водоема, водотока или подземного вод источника.

[ГОСТ 19185-73, статья 8]

3.1.10

водопользование: Использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 11]

3.1.11

водопотребление: Использование водных ресурсов с безвозвратным изъятием воды из вод источника.

[ГОСТ 19185-73, статья 6]

3.1.12

водосбор: Часть земной поверхности и толща почв и горных пород, откуда вода поступает к водному объекту.

[ГОСТ 19179-73, статья 19]

3.1.13

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

[ГОСТ 19179-73, статья 15]

3.1.14 **высокозагрязненные воды:** Воды с повышенным содержанием одного или нескольких загрязняющих веществ, исключаям или существенно ограничивающим водопользование на водном объекте.

3.1.15 **гидробионты:** Все живые организмы, животные и растительные, развивающиеся и существующие в воде и донных отложениях водоемов и водотоков, играющие важную роль в формировании химического состава и гидрохимического режима природных вод [1].

3.1.16 **гидробиологические показатели качества воды:** Показатели качества воды, определяемые гидробиологическим анализом [1].

3.1.17

загрязняющее воду вещество; (ЗВ): Вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 40]

3.1.18 **зона высокозагрязненных вод:** Участок водного объекта с высокозагрязненными водами.

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

3.1.20

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

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 4]

3.1.21

контроль качества воды: Проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям.

[ГОСТ 27065-86, статья 2]

3.1.22 **литораль:** Прибрежная область водоема, доступная действию прибоя и характеризующаяся произрастанием макрофитов [1].

3.1.23 **макрозообентос:** Организмы, обитающие на поверхности грунта и в толще его с размерами крупнее 2 мм [2].

3.1.24 **максимально загрязненная струя в створе водотока:** Масса воды с наиболее высоким содержанием ЗВ, занимающая определенную часть сечения водного потока.

3.1.25 **морфометрические характеристики водного объекта:** Параметры размеров, площади акватории, глубин и т.д.

3.1.26 **острое токсическое действие (острая токсичность):** Отклик организма на токсическое воздействие, который проявляется за относительно короткий период времени (от нескольких минут до нескольких суток).

3.1.27 **перифитон (обрастания):** Организмы, обитающие на плотных субстратах за пределами придонного слоя воды; в ряде случаев четкую границу между донными организмами и перифитоном провести трудно (это обрастания скал, откосов каналов и т.п.) [2].

3.1.28 **послеаварийный период наблюдений:** Период наблюдений за качеством воды на конкретном участке водного объекта непосредственно после прохождения зоны высокозагрязненных масс воды.

3.1.29 **предаварийный период наблюдений:** Ближайший период наблюдений за качеством воды на конкретном участке водного объекта до возникновения аварийного сброса в водный объект ЗВ или в определенном контрольном створе до прохождения через него зоны высокозагрязненных вод.

3.1.30 **профундаль:** Глубоководная часть водоема.

3.1.31

самоочищение вод: Совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта.

[ГОСТ 27065-86, статья 19]

3.1.32

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]

3.1.33 **створ водотока (реки):** Условное поперечное сечение водотока, используемое для оценок и прогноза качества воды.

3.1.34

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

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 29]

3.1.35 **тест-объект:** Организм, который используют при биотестировании (водоросли, дафнии и т.д.) (Р 52.24.566).

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

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

3.1.38 **фоновый створ:** Створ, расположенный выше аварийного сброса на расстоянии, исключающем влияние этого сброса.

3.1.39 **чрезвычайная экологическая ситуация:** Экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды и представляющее угрозу для здоровья населения (Р 52.24.309).

3.1.40

эвтрофирование вод: Повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов.
[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 48]

3.1.41

экологическое благополучие водного объекта: Нормальное воспроизведение основных звеньев экологической системы водного объекта.
[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 46]

3.2 В настоящих рекомендациях применены следующие сокращения:

БВУ – бассейновое водное управление;

БПК₅ – биохимическое потребление растворенного кислорода содержащимися в воде органическими веществами в течение 5 суток;

ВЗ - высокое загрязнение;

ГХЦГ – гексахлорциклогексан;

ДДТ – дихлордифенилтрихлорэтан;

Eh – окислительно-восстановительный потенциал;

ЛАУ – летучие ароматические углеводороды;

ЛК₅₀ – летальная концентрация для 50 % тест-объектов;

ЛХУ – летучие хлорзамещенные углеводороды;

МЧС – Министерство по чрезвычайным ситуациям;

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПК – персональный компьютер;

pH – ионы водорода;

РОВ – растворенное органическое вещество;

РФ – Российская Федерация;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества;

ТСХ – тонкослойная хроматография;

ХПК – химическое потребление кислорода;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭВЗ – экстремально высокое загрязнение.

4 Общие положения

4.1 Причины возникновения чрезвычайных ситуаций

Зонами экологического бедствия и ЧС в соответствии с Водным кодексом РФ могут быть объявлены водные объекты и речные бассейны, в которых в результате техногенных или природных явлений происходят изменения, представляющие угрозу здоровью или жизни человека, объектам животного и растительного мира.

Причины возникновения ЧС, связанных с опасным загрязнением водных объектов, могут быть различными. Из них наиболее часто встречающимися являются следующие:

а) аварии, в том числе порывы на трубопроводах, коллекторах сточных вод различных предприятий и другие ситуации (например, использование ливневой канализации для выпуска неочищенных сточных вод при чрезвычайной ситуации на предприятии), приводящие к массивному сбросу неочищенных сточных вод:

- 1) хозяйственно-бытовых;
- 2) промышленных;
- 3) смешанных;

б) аварии на прудах-накопителях и шламоотвалах, связанные с разрушением ограничивающих дамб или переливом через последние при затяжных ливнях, таянии обильных снежных выпадений и т.д.;

в) технологические аварии (взрывы, пожары и др.) на химических, военных и других заводах, использующих или производящих опасные вещества, или на транспорте, которые сопровождаются поступлением в водные объекты больших масс ЗВ;

г) порывы нефтепроводов, сбросы нефтепродуктов при авариях на транспорте (водном, железнодорожном, автомобильном), разлив нефти при ее добыче, образование нефтяных пятен от неустановленных источников и другие ситуации, сопровождающиеся поступлением значительных количеств нефтепродуктов в водные объекты;

д) смывы ядохимикатов и удобрений (минеральных и органических), а также других опасных веществ с мест ненадлежащего хранения или захоронения при таянии снега, ливневых осадках, ветровых нагонах, заторах, резком подъеме грунтовых вод.

4.2 Оценка опасности аварийных ситуаций

Опасность аварийной ситуации и ее последствий зависит от масштабов и продолжительности аварии, концентрации, токсичности и состояния сбрасываемых в водный объект ЗВ, местоположения аварийного сброса ЗВ на водном объекте по отношению к размещению водополь-

зователей. Следует иметь в виду, что аварийное загрязнение водного объекта может быть мгновенным (залповые сбросы) или относительно продолжительным (долгодействующим).

Не все ЧС на водном объекте являются опасными по качеству воды для водопользователей. Критерием опасности ситуации должен служить определенный уровень высокой концентрации ЗВ в воде водного объекта, при достижении которого качество воды в водном объекте может лимитировать условия водопользования. Если на водном объекте концентрации ЗВ снижаются до уровня ниже установленных значений опасного для водопользователей ВЗ, то в отношении качества воды такая ситуация квалифицируется как неопасная. На отдельных, важных по своему назначению участках водных объектов, или в целом для водных объектов на конкретной территории установление уровней высокой концентрации ЗВ, наличие которых в воде оценивается как ВЗ, должно проводиться по согласованию со всеми заинтересованными водопользователями и водопотребителями на местах, а также соответствующими территориальными административными органами.

В качестве основы для согласования и назначения уровней опасного ВЗ могут служить данные, приведенные в таблице 1. При отсутствии согласованных уровней опасного ВЗ для конкретных водных объектов данные таблицы 1 могут быть использованы как критерии предварительного решения о наличии или отсутствии опасной ситуации на этих водных объектах.

При назначении уровней опасного ВЗ необходимо учитывать особенности установления нормативов ПДК ЗВ и используемые методы химического анализа природных вод. В результате химического анализа фильтрованной пробы воды определяется суммарная концентрация ЗВ, находящегося в виде ионов и недиссоциированных молекул, а также входящего в состав органоминерального комплекса. Миграция ЗВ в составе органоминерального комплекса в большинстве случаев снижает уровень токсичности этих веществ. ПДК ЗВ характеризуют нормативы допустимого содержания этих веществ в природной воде, находящихся только в ионной форме и форме недиссоциированных молекул. Эти обстоятельства могут влиять на корректность оценки степени опасности загрязненности воды. Для объективного установления реально опасных уровней концентраций в контролируемой перемещающейся в водном объекте зоне высокозагрязненных вод параллельно с контролем за содержанием химических веществ следует отбирать пробы для определения и последующего анализа токсичности загрязненной воды (на основе биотестирования) и состояния водных сообществ (на основе биоиндикации).

Таблица 1 – Ориентировочные критерии уровней опасного ВЗ водных объектов

Вещество и показатель качества воды	ПДК*, мг/дм ³	Уровень опасного ВЗ воды $C_{вз}$, мг/дм ³	$\frac{C_{вз}}{ПДК}$
Азот аммонийный	0,39	2,5	6,4
Алюминий	0,04	1,00	25
Ацетон	0,05	0,5	10
Бензин	0,05	1,5	30
Бензол	0,001	1,0	100
Бетанал	0,00001	0,001	100
БПК ₅	2,00	25	12,5
Бутилацетат	0,1	1,0	10
н-Гексан	0,5	5,0	10
н-Гептан	0,005	0,1	20
Глицерин	0,5	50	100
γ-ГХЦГ	0,00001	0,001	100
Децис	0,0000002	0,00002	100
ДДТ	0,00001	0,001	100
Диметилсульфоксид	0,1	10	100
Диметилформамид	0,25	1,0	4
1,2-Дихлорэтан	0,003	1,0	333
Дурсбан	0,00001	0,001	100
Железо общее	0,10	1,0	10
Изопропилацетат	0,1	1,0	10
Кадмий	0,001	0,020	20
Керосин	0,01	0,5	50
Кобальт	0,010	0,100	10
Магний	40	120	3
Марганец	0,01	0,50	50
Медь	0,001	0,030	30
Минерализация воды	1000	1500	1,5
Мышьяк	0,010	0,250	5,0
Метилацетат	0,1	1,0	10
Нефтепродукты	0,05	1,5	30
Никель	0,010	0,100	10
Азот нитратный, N	9,1	15,0	1,6
Нитробензол	0,01	0,1	10
Нитрометан	0,005	0,05	10
Нитроэтан	1,0	10,0	10
Пиридин	0,01	0,1	10
Ртуть	0,0001	0,005	50,0
Свинец	0,006	0,05	8,3
Сероуглерод	1,0	5,0	5
Скипидар	0,2	2,0	10
СПАВ	0,10	1,5	15
Спирт метиловый	0,1	1,0	10
Спирт этиловый	0,01	0,1	10
Спирт изопропиловый	0,01	0,1	10

Продолжение таблицы 1

Вещество и показатель качества воды	ПДК*, мг/дм ³	Уровень опасного ВЗ воды $C_{вз}$, мг/дм ³	$\frac{C_{вз}}{ПДК}$
Спирт изобутиловый	0,15	15	100
Сульфаты	100	400	4,0
Тетрахлорэтилен	0,005	1,0	200
Трихлорэтилен	0,005	0,1	20
Толуол	0,024	1,5	62,5
Фенолы летучие	0,001	0,030	30
Фосфаты, Р	0,20	0,40	2,0
Фториды	0,75	1,5	2
Фурфурол	0,01	0,1	10
Фюзилад	0,001	0,01	10
ХПК	30	150	5,0
Хлорбензол	0,001	0,01	10
Хлориды	300	450	1,5
Хлористый метилен	0,02	2	100
Хлороформ	0,005	0,010	2,0
Хром (общ.)	0,030	0,200	6,6
Хром (6+)	0,020	0,100	5,0
Цианиды	0,05	0,100	2
Цинк	0,010	0,100	10
Циклогексанон	0,0005	0,005	10
Циклогексанол	0,001	0,01	10
Четыреххлористый углерод	0,000014	0,001	71,40
Этилацетат	0,2	1,0	5,0

* Использованы наиболее «жесткие» ПДК вредных веществ в воде водных объектов санитарно-бытового и рыбохозяйственного значения, приведенные в [3, 4].

4.3 Категории опасности аварийных ситуаций и особенности сброса ЗВ в водные объекты

Для обобщенной оценки степени опасности создавшейся или потенциально возможной аварийной ситуации рекомендуется использовать классификатор, приведенный в таблице 2. Цель классификатора - тестирование опасности аварийной ситуации, позволяющее планировать или оперативно и обоснованно перейти к необходимым водоохраным и предупредительным мерам, а также к организации необходимого состава и объема наблюдений за загрязнением водных объектов.

Таблица 2 – Классификатор категорий аварийной ситуации по степени опасности ожидаемых последствий

Категория аварийной ситуации	Характеристика аварийной ситуации	Ожидаемые последствия аварии
1	Чрезвычайно опасная	Полная непригодность использования воды на контролируемом участке на длительный период. Требуется пересмотр технологических схем водопользования
2	Очень опасная	В период прохождения зоны высокозагрязненных вод требуется полное прекращение водопользования. Своевременная краткосрочная задержка в водопользовании не ведет к нарушению и пересмотру технологических схем водопользования
3	Опасная	В период прохождения зоны высокого загрязнения воды требуется обязательное повышение уровня ее очистки или ограничение интенсивности водопользования
4	Неопасная	На контролируемом участке водного объекта в период прохождения зоны загрязненных вод концентрации ЗВ в воде не превысят уровень ВЗ

Для выбора порядка и методов организации и проведения наблюдений за чрезвычайной или аварийной ситуацией 1-3 категории, а также для оперативного прогнозирования последствий поступления ЗВ в водный объект по степени нарушения гидрологического режима водного объекта целесообразно выделять тип аварийного сброса ЗВ в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Типы аварийного сброса ЗВ по степени нарушения гидрологического режима водного объекта

Тип аварийного сброса	Степень нарушения гидрологического режима водного объекта	Подходы к оценкам и прогнозированию состояния водных объектов
А	Превышение всех возможных условий естественного гидрологического режима на рассматриваемом участке водного объекта	Проводится экспертная оперативная оценка скорости и масштаба изменения расходов воды в водном объекте и возможного распространения ЗВ, а также возможных концентраций ЗВ в контрольных створах речной сети
Б	Существенное изменение в период аварийной ситуации гидродинамических характеристик водных объектов речной сети в пределах наблюдаемых в годовом цикле их значений	Оперативный прогноз распространения зоны высокозагрязненных вод в водных объектах речной сети с учетом трансформации измененных в результате аварийного сброса их гидродинамических характеристик
В	Несущественное изменение в период аварийной ситуации гидродинамических характеристик на рассматриваемых участках водного объекта	Оперативный прогноз распространения и трансформации зоны высокозагрязненных вод в водных объектах речной сети в соответствии с рекомендуемыми для этой цели методами прогностических расчетов

По физическим и другим свойствам ЗВ, сбрасываемые в виде технического продукта, могут иметь следующие особенности, от которых существенно зависит порядок и состав наблюдений:

- жидкие с плотностью мало отличающейся от плотности воды водного объекта;
- жидкие с плотностью существенно выше плотности воды водного объекта;
- сыпучие с плотностью мало отличающейся от плотности воды водного объекта;
- сыпучие с плотностью существенно выше плотности воды водного объекта;
- вещества, образующие пленку на поверхности воды;
- вещества, мигрирующие в водном объекте в основном на взвешенных веществах.

Кроме перечисленного, отдельно следует выделять и рассматривать ситуации, когда ЗВ сброшены на ледяной покров в холодный период года или поступили в пойму реки в период временного отсутствия ее прямого контакта с основным руслом реки. Отдельно должны рассматриваться также ситуации, связанные с временным затоплением загрязненных территорий.

4.4 Проведение подготовительных работ в безаварийный период

В безаварийный период весьма важно выделить на контролируемой территории потенциально наиболее опасных источников аварийного сброса больших количеств ЗВ (накопители сточных вод, хранилища на водосборе опасных и ядовитых веществ, крупные очистные сооружения с устаревшим оборудованием и т.д.). Для потенциально опасных источников должны быть установлены основные ЗВ и определены водопользователи, для которых эти вещества представляют опасность; согласованы критерии (уровни) ВЗ для соответствующих участков рек. Для водосборов, используемых в сельском хозяйстве с интенсивным применением удобрений и ядохимикатов, в случае аварийных ситуаций весьма ценной может оказаться информация об ассортименте используемых препаратов и основных сроках их внесения на поля.

В безаварийный период следует заблаговременно составить перечень организаций, заинтересованных в оперативной информации о качестве воды в случае чрезвычайных или аварийных ситуаций 1-3 категории на конкретных водных объектах, их адреса, и иметь сведения об ответственных лицах, принимающих решения в период таких ситуаций. Желательно согласовать с указанными организациями формы и наиболее приемлемые оперативные способы передачи информации об аварийных ситуациях.

Каждому территориальному подразделению Росгидромета для территории своей деятельности следует иметь и при необходимости корректировать следующие материалы:

- карты и карты-схемы (по возможности крупномасштабные) речной сети (для судоходной части рек желательно иметь лоции);

- сведения о гидрологическом режиме и морфометрических характеристиках русла водных объектов; для водотоков, где ведутся гидрологические наблюдения, в створах гидрологических постов целесообразно установить статистические зависимости значений максимальной V_{max} и средней V_{cp} по ширине реки скоростей течения, средней глубины H , ширины B реки, площади поперечного сечения реки F и коэффициентов Шези c от уровня воды H_y или расхода речной воды Q ;

- уровни концентраций ЗВ и содержание взвешенных веществ, характеризующие гидрохимический режим в контрольных створах водотоков в безаварийный период в характерные сезоны года.

В контрольных створах водоема в предаварийный период (до появления в этих створах зоны высокозагрязненных вод) следует определить преобладающие направления ветровых и стоковых течений, зависимость ветровых течений от скорости и направления ветра. На участках возможного распространения аварийно загрязненных масс воды определить возможность и условия образования циркуляционных и компенсационных течений. В контрольных створах водотоков на период ожидаемой чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории оценивается наличие или возможные условия образования сгонно-нагонных явлений. Заблаговременно в предаварийный период должно быть:

- а) проверено и приведено в рабочее состояние необходимое оборудование и снаряжение для оперативных работ на водном объекте;

- б) проверена возможность беспрепятственного подъезда к контрольным створам на водном объекте;

- в) установлены последовательность и время начала контрольных наблюдений в этих створах.

В каждом территориальном подразделении Росгидромета на каждый год следует предусматривать выделение дополнительных финансовых средств, дающих возможность планировать и выполнять необходимые подготовительные работы (приобретение или формирование своими силами передвижных химических лабораторий, оснащенных приборами для экспресс-определения ЗВ непосредственно на водном объекте; сбор информации о потенциально опасных источниках залпового сброса больших количеств ЗВ), а также расширенные (дополнительные) оперативные работы на водном объекте и в гидрохимических лабораториях как в период ЧС или аварийных ситуаций 1-3 категории, так и послеаварийный период.

4.5 Общие мероприятия, связанные с оповещением о чрезвычайных или аварийных ситуациях 1-3 категории и оценкой последствий таких ситуаций

При решении вопроса об оповещении о произошедшей чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории на водном объекте рекомендуется исходить из следующего.

Предполагается, что во всех случаях при визуальной или аналитической регистрации на водном объекте признаков ЧС или наличии информации о потенциально весьма возможной аварийной ситуации 1-3 категории организации, официальные и неофициальные лица должны в максимально короткий срок, воспользовавшись имеющимися видами связи, довести информацию об указанных ситуациях до любой из организаций, осуществляющих наблюдения за состоянием водных объектов (в том числе при ЧС): территориальные подразделения Росгидромета, БВУ, территориальные подразделения МЧС, приемная местной администрации. Любая из перечисленных организаций самостоятельно или совместно с организацией или предприятием – виновником аварии должны принять незамедлительные меры по организации проверки ситуации (это касается, прежде всего, сообщений, поступивших от сторонних организаций и граждан), по контролю за этой ситуацией на водном объекте и ее ликвидации. Организации и предприятия, организовавшие регулярные наблюдения за аварийной ситуацией на водном объекте, осуществляют в установленном порядке оперативную передачу всем заинтересованным лицам и организациям сообщений о состоянии водного объекта, концентрациях в нем ЗВ, ожидаемых сроках появления в контрольных створах зон высокозагрязненных вод, о масштабах развития опасной ситуации на водных объектах, об организованных мероприятиях по ликвидации аварийной ситуации. В случае, если событие связано с произошедшей или возможной гибелью людей, вся полученная информация незамедлительно передается в территориальные органы МЧС. Если масштабы аварийной ситуации чрезвычайно велики и прямо или косвенно угрожают здоровью населения на определенной территории, сообщение об опасной ситуации с максимальной оперативностью доводится до сведения правительственных органов республиканского и федерального уровня. Оценка размера вреда, причиненного водному объекту вследствие ЧС, может быть проведена в соответствии с положениями, изложенными в [5]. Рекомендуемые формы для представления сведений о чрезвычайной ситуации приведены в приложениях А и Б.

Для послеаварийного периода следует предусматривать проведение наблюдений на водных объектах с целью оценки возможных последствий прошедшей аварии. Прежде всего, это касается оценки возможного отравления и повреждения водных экосистем, а также оценки вероятности вторичного загрязнения водного объекта. По результатам такого обследования должны быть установлены или скорректированы сроки и состав текущих или дополнительных наблюдений на водных объектах.

5 Методическое обеспечение наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод по химическим и биологическим показателям в чрезвычайных ситуациях

5.1 Химические показатели

Для наблюдения за состоянием и изменением качества поверхностных вод в случае чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории рекомендуется рассматривать две группы веществ или показателей химического состава воды. Одну из них используют в качестве индикатора распространения фронта высокозагрязненных вод. Вещества или показатели химического состава воды этой группы должны обладать высокой подвижностью в водном объекте, относительной устойчивостью, простотой определения, в том числе в полевых условиях. К таким индикаторам можно отнести также вещества или показатели, однозначно реагирующие на резкое изменение состава воды и легко определяемые в полевых условиях (косвенные показатели). В качестве индикаторов могут быть использованы следующие вещества и показатели: pH, растворенный кислород, электропроводность, Eh, аммонийный и нитритный азот, хлориды, сульфаты и ряд других веществ в зависимости от конкретной ситуации, для которых существуют как количественные, так и полуколичественные (тестовые) методы. В качестве индикаторов можно также брать вещества, используемые в качестве сырья, либо получаемых продуктов, полупродуктов, если есть такие сведения.

Во вторую группу включают вещества из числа наиболее вероятных ЗВ, которые могли поступить в водный объект в результате аварии или ЧС и которые представляют непосредственную опасность для водной экосистемы и человека. Ориентировочным перечнем наиболее вероятных ЗВ в сточных водах различных предприятий могут служить показатели состава и свойств воды, приведенные в таблицах приложения В. Для определения веществ этой группы используют как простые, так и сложные химические и физико-химические методы. Их определение можно проводить в лабораторных условиях. В ряде случаев вещества, определяемые в первой группе (индикаторы), могут рассматриваться и как ЗВ второй группы.

В случае аварии на трубопроводах, либо технологических авариях, связанных со взрывами, разливами опасных веществ, когда известны вещества, поступившие в водный объект, контроль за аварийной ситуацией проводят по заранее известным химическим веществам.

При отсутствии конкретных сведений о ЗВ, характеризующих аварийную ситуацию, в первых контрольных створах водного объекта ниже аварийного сброса следует провести определение возможно более широкого круга показателей (включая показатели первой и второй группы),

которые могут позволить в конечном счете установить и контролировать состояние загрязненности водного объекта.

При расследовании ЧС, связанных с разливом нефтепродуктов, иногда важно установление виновника аварии. Для этих целей следует использовать экспресс-методику идентификации источника нефтяного загрязнения в соответствии с РДИ 24.28.

Оценка аварийной ситуации усложняется при авариях, связанных с поступлением неочищенных сточных вод, особенно смешанных; при авариях на прудах-накопителях и т.д., где имеется неизвестная смесь целого ряда загрязняющих веществ, которые требуется выявить в течение ограниченного времени [6-11]. Для выявления и ограничения этого спектра веществ, выбора веществ-индикаторов и высокотоксичных веществ, опасных для экосистемы и человека, необходимо проведение оперативных исследований в полевых условиях. Для этого должны быть подключены разнообразные методы определения качественного состава ЗВ, начиная с органолептических и тестовых методов и далее экспрессных инструментальных методов (потенциометрических, фотометрических и др.). Для проведения таких исследований рекомендуется использовать передвижную лабораторию, оборудованную переносными приборами, комплектами реактивов, холодильными камерами (сумками-холодильниками) и др.

При наличии малогабаритного портативного хроматографа ХПМ-2, ХПМ-4 или др. с пламенно-ионизационным детектором и дозатором равновесного пара можно выявить из спектра загрязняющих соединений алифатические, ароматические и хлорсодержащие углеводороды и др., а также количественно определить содержание метана в воде и донных отложениях, который может служить индикатором загрязнения поверхностных вод органическими веществами и с помощью которого можно выявить и оконтурить зону высокозагрязненных вод [12].

При необходимости для окончательной идентификации веществ, вызвавших ЧС на водном объекте, в стационарной лаборатории на основании предварительных исследований в полевых условиях проводят определение предполагаемых соединений с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии, атомно-эмиссионной спектроскопии, высокоэффективной газовой и жидкостной хроматографии, капиллярного электрофореза и других методов, а также расшифровку состава органических веществ с помощью хроматомасс-спектрометрии.

В таблице 4 приведен список быстро и легко определяемых показателей и веществ, которые целесообразно использовать в полевых условиях в качестве индикаторов для установления местоположения и времени прихода в контролируемый створ водного объекта фронтальной части зоны высокозагрязненных вод. В таблице 5 представлены ориентировочные затраты времени на определение ЗВ в стационарной лаборатории.

В случае отсутствия сведений о химическом составе сброшенных сточных вод на первом этапе (в первых контрольных створах на водном объекте ниже аварийного сброса) при формировании списка определяемых показателей можно воспользоваться сведениями о сбросе ЗВ предприятиями отдельных отраслей перерабатывающей и производящей промышленности, приведенными в приложении В.

Таблица 4 - Экспрессные количественные методы определения отдельных показателей и веществ, рекомендуемых для использования в качестве индикаторов распространения зоны высокозагрязненных вод

Определяемые показатели и вещества	Методика определения	Минимально определяемая концентрация ¹⁾	Время, затрачиваемое на получение единичного результата, мин
Органолептические показатели и температура	РД 52.24.496-2005 Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений		10 -15
рН и удельная электрическая проводимость; окисл.-восст. потенциал	РД 52.24.495-2005 Водородный показатель и удельная электрическая проводимость воды. Методика выполнения измерений электрометрическим методом Руководство по эксплуатации кондуктометра, иономера	Минимально определяемая величина удельной электрической проводимости воды и окислительно-восстановительного потенциала зависит от используемого конкретного прибора и датчика	5-10
Кислород	Руководство по эксплуатации оксиметров	Не менее 1 мг/дм ³ ; реальная минимально определяемая концентрация зависит от используемого конкретного прибора и датчика	5-10
Натрий	РД 52.24.365-2008 Массовая концентрация ионов натрия в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом ионселективным электродом	0,3 мг/дм ³	6-8
Калий	РД 52.24.415-2007 Массовая концентрация ионов калия в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом	0,4 мг/дм ³	8-10 без устранения мешающих веществ 40 с устранением мешающих веществ
Нитраты	РД 52.24.367-2010 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом	0,2 мг/дм ³ в пересчете на азот	8-10 без устранения мешающих веществ, 40 с устранением мешающих веществ

Продолжение таблицы 4

Определяемые показатели и вещества	Методика определения	Минимально определяемая концентрация ¹⁾	Время, затрачиваемое на получение единичного результата, мин
Фториды	РД 52.24.360-2008 Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом	0,2 мг/дм ³	6-8
Хлориды	РД 52.24.361-2008 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом	12 мг/дм ³	4-5, с устранением мешающих веществ до 30
Азот аммонийный	РД 52.24.394-95 ⁴⁾ Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом РД 52.24.486-2008 Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерения фотометрическим методом с реактивом Несслера	0,1 мг/дм ³ 0,3 мг/дм ³ в пересчёте на азот	6-8, с устранением мешающих веществ до 30 13-15 без фильтрования, с фильтрованием до 30
Нитриты	РД 52.24.381-2006 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса РД 52.24.518-2008 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)-этилендиамина дигидрохлоридом	0,01 мг/дм ³ в пересчёте на азот 0,005 мг/дм ³ в пересчёте на азот	45, с фильтрованием до 60 20, с фильтрованием до 35
Метан ²⁾	РД 52.24.512-2002 Методика выполнения измерений массовой концентрации метана в водах парофазным газохроматографическим методом	0,2 мкл/дм ³ (мм ³ /дм ³)	35
ЛАУ ²⁾	РД 52.24.473-95 Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих ароматических углеводородов в водах парофазным газохроматографическим методом	0,005 мг/дм ³	45

Р 52.24.734–2010

Окончание таблицы 4

Определяемые показатели и вещества	Методика определения	Минимально определяемая концентрация ¹⁾	Время, затрачиваемое на получение единичного результата, мин
ЛХУ: ²⁾ хлороформ, ди-хлорэтан, три- и тетрахлорэтилен, хлорбензол	РД 52.24.482-95 ⁴⁾ Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих хлорзамещенных углеводородов в водах паровым газохроматографическим методом	0,05 мг/дм ³ 0,02 мг/дм ³	45
Ртуть ³⁾	РД 52.24.479-2008 Массовая концентрация ртути в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции в холодном паре	0,05 мкг/дм ³	8-10 (без минерализации пробы)
¹⁾ Верхняя граница для большинства показателей не ограничена. ²⁾ При наличии переносного газового хроматографа. ³⁾ При наличии переносного ртутного анализатора. ⁴⁾ В случае пересмотра в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-2002 и ГОСТ Р 8.563-2009 следует использовать более позднюю редакцию методики			

Таблица 5 – Ориентировочные затраты времени на определение ЗВ в стационарной лаборатории

Определяемое ЗВ	Метод анализа	Ориентировочные затраты времени, ч	
		при готовности лаборатории немедленно приступить к анализу (при регулярном выполнении работ данного вида в лаборатории) на одну-две пробы	при необходимости выполнения подготовительных работ (предполагается наличие в лаборатории необходимого оборудования и реактивов)
Нефтепродукты	ИК-фотометрия с отделением на колонке ИК-фотометрия с разделением ТСХ	2 – 2,5	7-8
		3,5 – 4	10-12
ПАУ	Люминесцентный с ТСХ (сумма ПАУ). Жидкостная хроматография	2,5 – 3	8 – 9
		2 – 3	8 – 9
Летучие фенолы (фенольный индекс)	Фотометрический с отгонкой Фотометрический без отгонки	3,5 – 4	6 – 8
		1 – 1,5	9 -10
Фенол, алкилфенолы, моно- и полихлорфенолы (индивидуальные соединения)	Газовая хроматография	4 – 5	15-20, до 2 суток при необходимости идентификации большого числа соединений
Хлорированные эфиры	Газовая хроматография	4 – 5	12-15

Окончание таблицы 5

Определяемое ЗВ	Метод анализа	Ориентировочные затраты времени, ч	
		при готовности лаборатории немедленно приступить к анализу (при регулярном выполнении работ данного вида в лаборатории) на одну-две пробы	при необходимости выполнения подготовительных работ (предполагается наличие в лаборатории необходимого оборудования и реактивов)
Метанол	Фотометрический с отгонкой	2,5 - 3	5 - 6
Формальдегид		2 – 2,5	5 - 6
ЛАУ	Газовая хроматография паровой фазы	2 – 2,5	4 -5
ЛХУ		2 – 2,5	4 -5
СПАВ анионные	Фотометрический	1 – 1,5	5 – 6
СПАВ неионогенные		2 – 2,5	7 – 8
ХПК	Титриметрический	2,5 -3	4 – 5
Перманганатная окисляемость		1,0 – 1,5	2,5 – 3
Лигносульфонаты	Фотометрический	0,7-1,5	2 – 2,5
Нитраты		1,0-1,5	4 – 5
Сероводород и сульфиды		0,5 – 1,0	3 – 4
Сульфаты	Титриметрический	0,5 – 0,7	2 – 2,5
Цианиды, тиоцианаты	Фотометрический	1 – 1,5	4 – 5
Железо общее		1 – 1,2	4 – 5
Медь		1- 1,2	5- 6
		Атомная абсорбция	1 – 1,5
	Инверсионная вольтамперометрия	0,5 -1,0	3 – 4
Кадмий	Атомная абсорбция	1 – 1,5	2 – 2,5
Цинк	Фотометрический	2 - 2,5	7- 8
	Атомная абсорбция	1 – 1,5	2 – 2,5
	Инверсионная вольтамперометрия	0,5 -1,0	3 – 4
Свинец	Атомная абсорбция	1 – 1,5	2 – 2,5
	Инверсионная вольтамперометрия	0,5 -1,0	3 – 4
Никель	Атомная абсорбция	1 – 1,5	2 – 2,5
Мышьяк	Фотометрический	2 - 2,5	5 - 6
	Атомная абсорбция	1 – 1,5	2 – 2,5
Ртуть	Атомная абсорбция холодного пара без минерализации пробы	0,5 – 0,7	2 – 2,5
	Атомная абсорбция холодного пара с минерализацией пробы	2,5 - 3	4 - 5

В таблице 6 в качестве примера представлен выбор показателей-индикаторов, а также основных ЗВ и показателей химического состава воды для аварийных ситуаций, в которых ЗВ предположительно известны и в случае неизвестного спектра загрязнения. В качестве показателей-индикаторов в полевых условиях необходимо использовать наиболее информативные для конкретной ситуации.

Таблица 6 – Примеры выбора ЗВ и химических показателей-индикаторов для различного вида аварийной ситуации

Вид аварийной ситуации	Показатели – индикаторы	Основные ЗВ и показатели химического состава воды
Сброс неочищенных сточных вод нефтеперерабатывающих производств	рН, кислород, окислительно-восстановительный потенциал, аммонийный азот, (метан)	Нефтеродукты, ароматические углеводороды, ПАУ, фенолы, метанол, формальдегид
Сброс сточных вод предприятиями цветной металлургии (гальванические производства)	рН, электропроводность, натрий, фториды, хлориды, аммонийный азот, (ртуть)	Конкретный металл в зависимости от ситуации (медь, мышьяк, кадмий, цинк, свинец и др.) ртуть, нитраты, сульфаты, цианиды, роданиды, тиоцианаты, СПАВ
Сброс сточных вод предприятиями по электрохимическому производству каустика, соды, хлора и др.	рН, электропроводность, натрий, хлориды, (ртуть, ЛХУ)	Активный хлор, ртуть, ЛХУ, хлорированные эфиры
Сброс сточных вод предприятиями целлюлозобумажной промышленности	рН, окислительно-восстановительный потенциал, натрий, нитраты, хлориды, (метан)	Метанол, формальдегид, сульфаты, сероводород и сульфиды, ХПК, БПК ₅ , лигносульфонаты, полихлорфенолы
Сброс неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод	рН, кислород, окислительно - осановительный потенциал, аммонийный азот, нитриты, натрий, хлориды, (метан)	Сероводород и сульфиды, алифатические и ароматические углеводороды, ЛХУ, СПАВ, фенолы, перманганатная окисляемость, БПК ₅
Сброс неочищенных сточных вод смешанного состава (совместно бытовые и промышленные)	Органолептические показатели, рН, окислительно - восстановительный потенциал, электропроводность, кислород, натрий, калий, фториды, хлориды, сульфиды, нитриты, нитраты, (метан, ПАУ, ЛХУ).	Нефтепродукты, ароматические и хлорзамещенные углеводороды, фенолы, хлорфенолы, ХПК, БПК ₅ , перманганатная окисляемость, сульфиды, цианиды, медь, железо, никель, ртуть и другие металлы по ситуации
Примечание - В скобках указан показатель, определение которого возможно при наличии специального оборудования.		

5.2 Биологические показатели

5.2.1 Влияние загрязнения на водные организмы

На живые организмы ЗВ оказывают различное воздействие. К основным типам негативного воздействия относят токсическое, канцерогенное, тератогенное, сапробное, эвтрофирующее и другие.

Токсическое действие оказывают яды любого типа, негативно влияющие на функции дыхания, сердечно-сосудистую систему, размножение, питание; а также обладающие нервно-паралитическим и раздражающим действием. Канцерогенное действие оказывают вещества, вызывающие развитие опухолей, тератогенное действие - вещества, вызывающие появление уродств. Сапробное действие приводит к разложению органических соединений, что сопровождается снижением концентрации растворенного в воде кислорода, появлением слизистых обрастаний из грибов, бактерий, появлением колониальных форм инфузорий. Эвтрофирующее действие оказывают соединения биогенных элементов (азота, фосфора, калия и др.). Соответственно, вещества, поступающие в водный объект в результате аварийной ситуации 1-3 категории или ЧС, по преобладающему вредному воздействию подразделяются на токсичные, канцерогенные, тератогенные, сапробные, эвтрофирующие.

В случае опасного аварийного сброса ЗВ наиболее быстро проявляется результат токсического действия на водные организмы, в связи с чем первоочередной задачей является выявление именно этого вида негативного влияния загрязнения водного объекта. Основной задачей при этом является установление степени загрязнения водного объекта токсичными и особо опасными химическими веществами.

Опасное загрязнение водного объекта может быть обусловлено также сбросом большого количества биогенных соединений, в этом случае основной задачей наблюдений становится анализ эвтрофирующего действия.

При использовании биологических методов для оценки опасности аварийной ситуации на водном объекте следует учитывать особенности его загрязнения: состав загрязняющих веществ, их химическую природу и свойства, продолжительность и масштабы ВЗ.

Состав ЗВ определяет характер негативного воздействия на гидробионтов, в связи с чем для оценки текущего и последующего влияния загрязнения воды на благополучие водной экосистемы необходимо привлекать и учитывать имеющиеся ретроспективные данные о химическом составе воды водного объекта.

Для оценки влияния загрязнения на водные организмы в послеаварийный период весьма важное значение имеет характер и скорость трансформации возможных остаточных скоплений контролируемого

опасного химического соединения в донных отложениях, малопроточных участках водных объектов и т.п.

По этим критериям вещества подразделяются на:

- стабильные, практически не трансформирующиеся в водной среде (например, хлориды, ионы натрия);
- нестабильные (неустойчивые), которые в результате биodeградации могут образовывать более токсичные продукты (например, фенолы при биохимическом окислении образуют более токсичные продукты – хиноны).

Скорость трансформации, метаболизма и детоксикации существенно зависит от температуры водной среды. Чем выше температура воды, тем сильнее токсическое действие ЗВ и в то же время быстрее происходит их разложение и детоксикация. Исключение составляют некоторые хлорорганические пестициды, токсическое действие которых проявляется независимо от температуры. Есть токсиканты со своими особенностями, например, ДДТ проявляет более высокое токсическое действие при низких температурах.

По стабильности в водной среде и параметрам токсичности химические соединения относят к разным классам опасности для различных целей водопользования. При рыбохозяйственном водопользовании оценка опасности химических соединений проводится с учетом параметров токсичности ($ЛК_{50}$), величин ПДК, способности к материальной кумуляции и характеристик поведения веществ в водоеме (стабильности самого вещества и его биологически активных метаболитов). Классификации ЗВ по этим характеристикам приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 - Классификация загрязняющих веществ по параметрам токсичности [12]

Группа	Токсичность	$ЛК_{50}$ за 96-120 ч, мг/дм ³	Рыбохозяйственные ПДК, мг/дм ³	$ЛК_{50}$ /ПДК
1	Особо высокая	Менее 0,01	Менее 0,0001	100
2	Высокая	1,0 - 0,01	0,01 - 0,0001	100
3	Средняя	10 - 1,0	0,1 - 0,01	50
4	Умеренная	100 - 10,0	10,0 - 0,1	10
5	Малая	1000 - 100	200 - 100	5
6	Очень малая	Более 1000	Более 200	Менее 5

Таблица 8 - Классификация загрязняющих веществ по их способности к материальной кумуляции [13]

Группа	Способность к кумуляции	Отношение концентраций ЗВ в организме к концентрации в воде
1	Сверхвысокая	Более 200
2	Высокая	200/1
3	Умеренная	51 - 5
4	Небольшая	1,1-4,9
5	Отсутствует	1,0 и менее

Как видно из таблицы 7, к веществам с наиболее высокой токсичностью (1-я и 2-я группы) отнесены вещества, для которых $ЛК_{50}$ не превышает $1,0 \text{ мг/дм}^3$ за 96 ч биотестирования. Для этих веществ ПДК составляют значения порядка $0,0001 \text{ мг/дм}^3$. Для наиболее токсичных веществ $ЛК_{50}$ превышает ПДК в 100 раз; при малой и очень малой токсичности это отношение снижается до пяти.

К наиболее опасным отнесены вещества, сроки разрушения которых в водной среде составляют более 1 суток (для некоторых более 1 года), а также высокотоксичные вещества, для которых ПДК менее $0,0001 \text{ мг/дм}^3$, обладающие кумулятивными свойствами (накапливающиеся в донных отложениях, гидробионтах, в т.ч. в промысловой рыбе выше допустимых остаточных количеств). К таким высокотоксичным веществам относятся альдрин, гексанитродифениламин, ДДТ, изомеры ГХЦГ, паратион, пентахлорфенол и др.

Дефицит растворенного кислорода, как правило, снижает устойчивость гидробионтов ко многим ядам органической и неорганической природы. Если недостаток кислорода сам по себе еще не губителен для гидробионтов, то его дефицит может существенно снижать устойчивость водных организмов к различным токсическим веществам.

Эвтрофирующее действие высокозагрязненных вод косвенно можно оценить по результатам определения общего азота и общего фосфора. Интенсивное цветение воды за счет сине-зеленых водорослей наиболее вероятно при содержании фосфора в речной воде $0,3-0,5 \text{ мг/дм}^3$ и более, азота аммонийного – 2 мг/дм^3 и более. В пятнах цветения азот аммонийный может достигать 3 мг/дм^3 , бихроматная окисляемость – более 200 мг О/дм^3 (отношение перманганатной окисляемости к бихроматной может составлять менее 20 %), содержание кислорода независимо от времени суток может снизиться до нуля, появляются фенолы (могут достигать $0,2 \text{ мг/дм}^3$), водорослями выделяются токсичные сложные многокомпонентные органические вещества.

В придонных слоях особенно при заиленном дне в анаэробных условиях могут выделяться меркаптаны, биогенные амины типа трупных ядов, аммиак. Если описанные условия интенсивного «цветения» сине-зеленых водорослей охватывают значительную площадь на водном объекте, то это может привести к массовому замору рыб.

5.2.2 Методы биологического анализа

В случае сложившейся на водном объекте ЧС, а также в предаварийный и в послеаварийный периоды, рекомендуется использовать два основных метода:

- биоиндикация состояния водных сообществ путем гидробиологического анализа;

- биотестирование посредством оценки токсичности проб природной воды и донных отложений в токсикологическом эксперименте на тест-объектах.

Объектом биоиндикации являются гидробионты: сообщества водных организмов, попавших в зону высокозагрязненных вод и донных отложений. Объектами биотестирования служат лабораторные культуры гидробионтов или природные популяции, отловленные на фоновых створах водного объекта (тест-объекты).

В результате биоиндикации получают данные, характеризующие отклик водных организмов на воздействие, тогда как результаты биотестирования характеризуют само воздействие, его опасность для водных организмов. Биотестирование является интегральной оценкой качества воды или донных отложений по их способности оказывать токсическое действие на гидробионтов. В связи с этим только по результатам биотестирования нельзя ответить на вопрос, какое из химических веществ обусловило токсичность воды.

Методы биологического анализа, используемые в ЧС, должны отвечать следующим требованиям:

- быть экспрессными;
- отображать влияние загрязненных вод на состояние гидробионтов-представителей основных трофических уровней водной экосистемы;
- охватывать основные элементы водной экосистемы (водную толщу, придонные горизонты, донные отложения) с учетом морфометрических характеристик водного объекта.

Соблюдение этих требований особенно важно для трансграничных водных объектов, поскольку от результатов биологического анализа зависит однозначность установления опасности аварийной ситуации для водопользователей, необходимости выявления источника загрязнения и принятия мер по ликвидации или минимизации последствий ЧС с участием всех заинтересованных сторон.

Требования к перечню используемых биологических показателей устанавливаются в зависимости от особенностей аварийной ситуации на водном объекте. К ним относятся:

- местоположение поступления ЗВ в водный объект - водосбор, литораль, профундаль;
- масштаб зоны распространения загрязнения;
- наблюдаемые признаки ВЗ;
- предполагаемый компонентный состав.

От состава загрязнения зависит тип негативного воздействия на гидробионтов (см. 5.2.1). Важно также использовать сведения о возможных путях миграции ЗВ в водном объекте.

5.2.3 Биоиндикация

5.2.3.1 Биоиндикация включает: оперативную оценку (экспресс-оценку) и традиционный гидробиологический анализ в условиях лаборатории.

5.2.3.2 Отбор, транспортировку, хранение проб и гидробиологический анализ проводят в соответствии с Руководством [14].

5.2.3.3 Для экспресс-оценки проводят осмотр участка (створа) водного объекта, визуальный просмотр проб, а также традиционный анализ неконсервированных проб по гидробиологическим показателям.

При визуальном осмотре косвенным признаком опасного загрязнения водного объекта чаще всего является гибель рыбы, других водных организмов, а также земноводных и растений. Гибель организмов наступает вследствие токсического действия ЗВ, значительного дефицита растворенного в воде кислорода или других изменений условий обитания.

Визуальный просмотр неконсервированных проб непосредственно на водном объекте (экспресс-оценка) может позволить установить остротоксичное (летальное) действие ЗВ. Остротоксичное действие на водные организмы регистрируется по следующим признакам, приведенным в методических указаниях [15]:

- погибшие и иммобилизованные, т.е. живые, но не реагирующие на прикосновение стеклянной палочкой организмы зоопланктона и макрозообентоса;

- вялые организмы, реагирующие на прикосновение, но двигающиеся медленно или не так, как нормальные особи; например, в пробах макрозообентоса переворачивающиеся спиной вниз водяные ослики и гаммариды или в пробах зоопланктона кладоцеры, легко сносимые током воды в склянке с пробой при наклоне склянки;

- погибшие организмы в пробах макрозообентоса или в пробах донных отложений – по РД 52.24.635.

Визуальная экспресс-оценка состояния водного объекта является приблизительной, поэтому требуется дополнить ее более подробными исследованиями по гидробиологическим и биотестовым показателям.

Высокое токсическое загрязнение воды, прежде всего, сказывается на организмах, обитающих в толще воды (фитопланктон, зоопланктон, пелагические рыбы), а загрязнение грунта - на организмах, которые с ним контактируют (макрозообентос, рыбы-бентофаги, икра и личинки на нерестилищах рыб и т.п.). В этой связи необходимо на участке (в створе), где предполагается наличие высокого загрязнения водного объекта, провести традиционный гидробиологический анализ состояния фитопланктона, перифитона, зоопланктона и макрозообентоса. Отобранные пробы не консервируют, и для гидробиологического анализа используют неконсервированные пробы.

Весьма желательно, чтобы пробы были как можно более разнообразными по определяемым видам гидробионтов, поскольку разные виды проявляют разную чувствительность к загрязнению. Установлено, например, что двустворчатые моллюски подвержены воздействию ионов меди, кадмия, ртути, свинца, цинка, СПАВ и ряда других ЗВ, которые вызывают их инактивацию. С другой стороны, они не реагируют на присутствие ионов хрома, железа, фенолов и некоторых пестицидов (возможно, из-за перехода на анаэробный путь метаболизма или из-за ингибирования ЗВ хеморецепторов) [16].

Признаки острого токсического действия у гидробионтов указывают на то, что данный участок водного объекта подвергся влиянию опасного аварийного загрязнения воды. С другой стороны, перечисленные признаки не несут никакой информации о возможном продолжительном (хроническом) действии загрязнения. Последнее может быть установлено в результате выполнения биотестирования (см. 5.2.4.).

5.2.3.4 Одновременно с отбором неконсервированных проб для визуального просмотра на водном объекте отбирают пробы фитопланктона, перифитона, зоопланктона и макрозообентоса на традиционный гидробиологический анализ в условиях лаборатории. Эти пробы обязательно консервируют согласно руководству [14].

Пробы доставляют в лабораторию и проводят анализ по следующим гидробиологическим показателям:

- численность и биомасса организмов;
- индикаторная значимость, сапробность;
- индекс сапробности;
- биотический индекс Вудивисса (для макрозообентоса);
- индекс Гуднайта - Уитлея (для макрозообентоса).

На наличие опасного загрязнения воды указывает степень загрязненности воды «грязная», «очень грязная» по гидробиологическим показателям, определяемые по таблице 9 согласно руководству [14] или по Р 52.24.309. Состояние экологического неблагополучия по гидробиологическим показателям и показателям трофического статуса водного объекта (участка) устанавливают по таблицам 10 и 11.

Таблица 9 – Уровни загрязнения воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям по Р 52.24.309.

	Степень загрязненности воды	Гидробиологические показатели		
		по фито- и зоопланктону, перифитону	по макрозоообентосу	
		Индекс сапробности по Пантле и Букку (в модификации Сладчека)	Отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов, %	Биотический индекс по Вудивису, балл
I	Очень чистая	Менее 1,0	Отсутствуют или менее 30	10
II	Чистая	От 1,0 до 1,5 включ.	Менее 30	7—9
III	Умеренно загрязненная	Св. 1,5 до 2,5 включ.	От 30 до 50 включ.	5—6
IV	Загрязненная	Св. 2,5 до 3,5 включ.	Св. 50 до 70 включ.	3—4
V	Грязная	Св. 3,5 до 4,0 включ.	Св. 70 до 90 включ.	2
VI	Очень грязная	Св. 4,0	Св. 90 до 100 включ. или макрозообентос отсутствует	0—1

Таблица 10 - Признаки экологического неблагополучия по гидробиологическим показателям

Объект исследования	Признаки экологического неблагополучия	
	Характеристика негативных изменений состояния сообщества; обобщенные показатели	Степень загрязненности воды; сапробность (превалирующий тип)
Фитопланктон	Отсутствие водорослей или единичные экземпляры; индекс сапробности по Пантле и Букку более 3,5	Грязная-очень грязная. Полисапробная зона
Зоопланктон	Отсутствие организмов или единичные экземпляры; индекс сапробности более 3,5	
Макрозообентос	Отсутствие живых организмов; остатки хитиновых покровов насекомых, остатки раковин моллюсков; индекс Гуднайта-Уитлея более 90 %; индекс Вудивисса менее 2	
Ихтиофауна	Исчезновение рыб; снижение уловов рыбы; признаки заболеваемости хроническим токсикозом более чем у 50% в уловах.	Загрязненность может быть различной.
Бактериопланктон	Преобладание сапрофитных бактерий; количество сапрофитных бактерий, 10^3 л/мл	Очень грязная
Примечание - Степень загрязненности устанавливают согласно таблице 9. Сапробность устанавливают в ходе анализа по гидробиологическим показателям по [14].		

Таблица 11 - Признаки экологического неблагополучия по показателям трофического статуса водного объекта

Объект исследования	Признаки экологического неблагополучия	
	Критерий	Статус (превалирующий тип)
Биомасса фитопланктона, мг/дм ³	Более 50	Гипертрофный
Биомасса сине-зеленых водорослей, доля от общей биомассы, %	Более 60	Гипертрофный
Площадь зоны «цветения», доля общей площади водоема, %	Более 60%	Гипертрофный
Концентрация хлорофилла «а», мкг/дм ³	Более 50,0	Гипертрофный

Ориентировочные затраты времени, необходимые для проведения отдельных видов гидробиологического анализа по разработанным для сетевых подразделений Росгидромета нормативам, приведены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12 – Ориентировочные затраты времени на выполнение экспресс-анализов по гидробиологическим показателям

Гидробиологические показатели состояния сообществ	Методика определения	Время, затрачиваемое на получение единичного результата, ч
Фитопланктон	Методики определения по показателям фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса согласно «Руководству по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем» [14]	7,2
Зоопланктон		7,4
Перифитон		6,4
Макрозообентос		6,2

Таблица 13 – Ориентировочные затраты времени на выполнение традиционного гидробиологического анализа

Этапы работ по гидробиологическим показателям	Методика определения	Время, затрачиваемое на получение единичного результата, ч
Фитопланктон - отбор проб, консервация, анализ по показателям: - численность и биомасса; - индикаторная значимость; - сапробность; - индекс сапробности	Методики определения по показателям фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса согласно «Руководству по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем» [14]	7,2
Зоопланктон - отбор проб, консервация, анализ по показателям: - численность и биомасса; - индикаторная значимость; - сапробность; - индекс сапробности		7,4
Перифитон - отбор проб, консервация, анализ по показателям: - индикаторная значимость; - сапробность		6,4
Макрозообентос - отбор проб, консервация, анализ по показателям: - численность и биомасса; - индекс Вудивисса; - индекс Гуднайта-Уитлея		6,2

5.2.4 Биотестирование токсичности воды и донных отложений

Отбор, транспортировку и хранение проб на биотестирование токсичности проводят по ГОСТ 17.1.5.05 (пробы воды), ГОСТ 17.1.5.01 (пробы донных отложений), РД 52.24.635, Р 52.24.566, используя способы и устройства по РД 52.24.609.

Биотестирование проводят с помощью одного или нескольких биотестов на следующих тест-объектах:

- дафниях или цериодафниях;
- парамециях;
- коловратках;
- хирономидах.

Техника проведения этих биотестов приведена в РД 52.24.635 и Р 52.24.566.

При биотестировании загрязненных вод в результате кратковременного эксперимента устанавливают:

- наличие токсичности - по острому токсическому действию воды или донных отложений на тест-объекты;
- степень токсичности - по наличию и устранению токсичности при разбавлении испытываемой воды водой с фоновым створом водного объекта (нетоксичной водой).

Показателем токсичности является гибель тест-объектов.

Ориентировочные затраты времени на выполнение анализов по биотестированию природных вод и донных отложений приведены в таблицах 14-16.

Предпочтительными биотестами для анализа являются:

- при биотестировании воды - биотест на дафниях или цериодафниях (в зависимости от наличия лабораторной культуры);
- при биотестировании донных отложений - биотест на хирономидах.

Заключение о наличии или отсутствии токсического действия проб воды или донных отложений делают согласно результатам биотестирования.

Наличие токсичности в кратковременном эксперименте является признаком экологического неблагополучия вследствие токсического загрязнения и является критерием ЧС на водном объекте.

По результатам биотестирования можно также судить о степени экологического неблагополучия водного объекта или его участка. Если в эксперименте с пробой воды гибель тест-объектов наступает очень быстро, то ставят дополнительно токсикологический эксперимент на серии разбавлений испытываемой воды. Кратность разбавления - 1:2; 1:10; 1:100. В зависимости от того, какое разбавление устраняет токсическое действие пробы, оценивают состояние экологического неблагополучия водного объекта по токсикологическим показателям или его участка, используя таблицу 17.

Таблица 14 – Ориентировочные затраты времени на выполнение анализов по биотестированию природных вод

Этапы работ	Методика биотестирования	Время, затрачиваемое на получение единичного результата*	Время, затрачиваемое на получение пяти результатов (без подготовки к анализу)*
На дафниях			
Подготовка сосудов для биотестирования и помещение дафний в сосуды	Р 52.24.566	20 мин	Не учитывается
Просмотр проб и регистрация снижения показателей выживаемости		5, 15, 30, 60, 120, 240 мин **	От 15 мин до 48 ч**
На цериодафниях			
Подготовка сосудов для биотестирования; помещение дафний в сосуды	Р 52.24.566	20 мин	Не учитывается
Просмотр проб и регистрация снижения показателей выживаемости (гибель)		до 24 ч**	От 15 мин до 24 ч**
Просмотр проб и регистрация снижения показателей выживаемости (гибель) и изменений плодовитости		до 24 ч – по выживаемости и до 7 сут по плодовитости**	От 15 мин до 24 ч**
На парамециях			
Просмотр проб и регистрация показателей токсичности	Р 52.24.566	2 ч	3 ч
На коловратках			
Просмотр проб и регистрация показателей токсичности	Р 52.24.566	2 ч	3 ч
*Биотестирование проводят на серии проб; серия состоит не менее чем из двух проб - «контроль» и «опыт». **Результат учитывают при выявлении токсичности в пределах указанного времени, после чего биотестирование прекращают (время обнаружения токсического действия пробы зависит от степени ее токсичности).			

Таблица 15 – Ориентировочные затраты времени на выполнение анализов по биотестированию донных отложений (водных вытяжек и нативных проб)

Этапы работ	Методика биотестирования	Время, затрачиваемое на получение единичного результата (без подготовки к анализу)*	Время, затрачиваемое на получение пяти результатов (без подготовки к анализу)*
На дафниях – биотестирование водных вытяжек			
Просмотр проб и регистрация снижения показателей выживаемости (гибели).	Р 52.24.566; РД 52.24.635	От 5 до 240 мин**	От 15 мин до 48 ч*
На цериодафниях– биотестирование водных вытяжек			
Просмотр проб и регистрация снижения показателей выживаемости (гибели) и плодовитости	Р 52.24.566; РД 52.24.635	От 15 мин до 24 ч**	От 15 мин до 24 ч*
На хирономидах - биотестирование нативных проб донных отложений			
Просмотр чашек Петри и регистрация снижения показателей выживаемости.	РД 52.24.635	От 15 мин до 24 ч**	От 15 мин до 24 ч*
На парамециях - биотестирование водных вытяжек			
Просмотр проб и регистрация показателей токсичности	Р 52.24.566	2 ч	3 ч
На коловратках - биотестирование водных вытяжек			
Просмотр проб и регистрация показателей токсичности	Р 52.24.566	2 ч	3 ч
* Биотестирование проводят на серии проб; серия состоит не менее чем из двух проб - «контроль» и «опыт». **Результат учитывают при выявлении токсичности в пределах указанного времени, после чего биотестирование прекращают (время обнаружения токсического действия пробы зависит от степени ее токсичности).			

Таблица 16 – Общие ориентировочные затраты времени на выполнение анализов по биотестированию природных вод и донных отложений (водных вытяжек и нативных проб)

Методика биотестирования анализируемой пробы	Показатель токсичности	Время, затрачиваемое на получение единичного результата* (без подготовки к анализу)	Время, затрачиваемое на получение пяти результатов* (без подготовки к анализу)
Биотестирование природных вод на дафниях	Острое токсическое действие (снижение выживаемости)	От 5 мин до 48 ч**	От 15 мин до 48 ч**
Биотестирование природных вод на цериодафниях			От 15 мин до 24 ч**
Биотестирование природных вод на цериодафниях	Хроническое токсическое действие (изменение плодовитости)	От 5 мин до 24 ч**	24 ч
Биотестирование природных вод на парамециях	Острое токсическое действие (снижение выживаемости)	2 ч	3 ч
Биотестирование природных вод на коловратках		От 5 мин до 48 ч**	От 15 мин до 48 ч**
Биотестирование водных вытяжек донных отложений на дафниях			
Биотестирование водных вытяжек донных отложений на цериодафниях		От 5 мин до 24 ч**	От 15 мин до 24 ч**
Биотестирование водных вытяжек донных отложений на парамециях	Острое токсическое действие (снижение выживаемости)	2 ч	3 ч
Биотестирование водных вытяжек донных отложений на коловратках			
Биотестирование нативных проб донных отложений на хирономидах		От 5 мин. до 24 ч**	От 15 мин. до 24 ч**
* Биотестирование проводят на серии проб; серия состоит не менее чем из двух проб - «контроль» и «опыт».			
**Результат учитывают при выявлении токсичности в пределах указанного времени, после чего биотестирование прекращают (время обнаружения токсического действия пробы зависит от степени ее токсичности).			

Таблица 17 - Шкала оценки состояния экологического неблагополучия водного объекта (участка) по данным биотестирования по Р 52.24.566

Состояние водного объекта (участка) по токсикологическим (биотестовым) показателям	Результаты биотестирования проб природной воды
Благополучное	Токсическое действие не обнаружено
Неблагополучное (токсическое загрязнение)	Обнаружено острое токсическое действие, устраняемое при разбавлении 1:2
Чрезвычайная ситуация (сильное токсическое загрязнение)	Обнаружено острое токсическое действие, устраняемое при разбавлении от 1:50 до 1:100
Экологическое бедствие (очень сильное токсическое загрязнение)	Обнаружено острое токсическое действие, устраняемое при разбавлении более чем 1:100

Для оценки возможных последствий опасного загрязнения водного объекта ставят долгосрочный эксперимент с целью выявления хронического токсического действия. Результаты биотестирования хронического токсического действия сравнивают с установленными требованиями, согласно которым природная вода в контрольном створе не должна оказывать токсического действия (хронического и тем более острого) на тест-объекты, используемые для биотестирования [17]. Такие же требования по наличию или отсутствию токсического действия на тест-объекты применимы и к донным отложениям.

6 Особенности подготовительных работ в предаварийный период

Для успешной оперативной организации наблюдений в контрольных створах в период прохождения зоны высокозагрязненных вод в предаварийный период (до прохождения зоны высокозагрязненных вод) в контрольных створах весьма желательно выполнение ряда предварительных подготовительных работ.

По имеющейся информации о состоявшейся или потенциально возможной аварии следует выделить те из ЗВ, которые действительно могут представлять опасность для сети водных объектов ниже аварийного сброса.

На участках водных объектов намечают контрольные створы наблюдения с определением маршрутов подъезда к ним, подготавливают информацию о зависимости параметров русла реки от расхода речной воды.

Определяют «фоновое» качество воды по токсикологическим показателям (биотестирование).

Фиксируют уровни концентраций основных ЗВ и содержание взвешенных веществ в воде водного объекта в контрольных створах с учетом текущего сезона года. Фиксируют или дополнительно определяют гидробиологические показатели качества воды.

Оценку состояния сообществ водных организмов в предаварийный период выполняют по следующим гидробиологическим показателям:

- численность и биомасса организмов;
- индикаторная значимость, сапробность;
- индекс сапробности;
- биотический индекс Вудивисса (макрозообентос);
- класс качества вод по показателям состояния фитопланктона;
- класс качества вод по показателям состояния зоопланктона;
- класс качества вод по показателям состояния макрозообентоса;
- класс качества вод по микробиологическим показателям.

Для оценки качества воды по гидробиологическим показателям используют классификатор, представленный в таблице 9.

В случае ожидаемого затопления части водосбора должна быть проведена оценка возможности соблюдения требований, предусмотренных в положениях Федерального закона (пункты 1-5) [18]. В частности:

- в результате затопления водные объекты не должны являться источником биологических, химических и физических факторов вредного воздействия на человека;

- если при затоплении водные объекты представляют опасность для здоровья населения, органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, индивидуальные предприниматели и юридические лица обязаны принять меры по ограничению, приостановлению или запрещению использования указанных водных объектов.

Для определения состояния водного объекта в контрольных створах в предаварийный период по санитарным и бактериологическим показателям проводят отбор и анализ проб воды и оценку качества воды в соответствии с методиками, принятыми в системе государственного санитарно-гигиенического мониторинга.

7 Ситуационные схемы проведения наблюдений за загрязнением водных объектов в результате ЧС

7.1 Водоток. Сброс загрязняющего вещества (веществ) в виде растворимого жидкого или сухого технического продукта с плотностью мало отличающейся от плотности воды водного объекта

7.1.1 Цели проведения наблюдений

Целями проведения наблюдений являются:

- определение категории и типа аварийной ситуации на водном объекте в соответствии с положениями, приведенными в таблицах 2 и 3;

- определение времени прихода фронтальной части высокозагрязненных вод (и прихода высоких уровней расхода воды при аварийных сбросах типа А и Б) в контрольные створы ниже аварийного сброса ЗВ;
- контроль за изменением концентраций ЗВ и расходом воды в контрольных створах водного объекта;
- контроль за изменением токсичности воды и состоянием гидробионтов в контрольных створах водного объекта;
- контроль по гидробиологическим и токсикологическим показателям возможного остаточного загрязнения донных отложений в местах их наибольшего скопления после прохождения зоны высокозагрязненных вод (изгибы рек с застойными малопроточными участками, крупные плесы, водохранилища);
- контроль за прибрежной территорией, куда попали или откуда могут поступать в водный объект ЗВ в аварийный и послеаварийный периоды;
- прогноз (на основе математического моделирования или экспертных оценок) возможного изменения токсичности, уровней и качества воды в водных объектах речной сети ниже аварийного сброса по данным об аварийном сбросе и результатам наблюдений в контрольных створах;
- корректировка параметров математической модели по результатам наблюдений в контрольных створах в соответствии с Р 52.24.627;
- подготовка и отправка информационных сообщений о чрезвычайной или аварийной ситуации на водном объекте (примеры форм сообщений приведены в приложениях А и В).

7.1.2 Контрольные створы наблюдения

К контрольным створам наблюдения следует относить:

- фоновый створ выше аварийного сброса ЗВ, расположенный на расстоянии, исключающем влияние произошедшего (или потенциально опасного) аварийного сброса;
- непосредственно место аварийного сброса (если аварийный сброс продолжается в текущий момент);
- створы наблюдения в 1 км выше створов питьевых водозаборов;
- створы, расположенные на расстоянии примерно суточного пробега масс речной воды до створов питьевых водозаборов (если по характеристикам времени перемещения зоны высокозагрязненных вод имеется такая возможность);
- створы, расположенные на расстоянии примерно суточного пробега до крупных населенных пунктов, в которых отсутствуют организованные питьевые водозаборы (если по характеристикам времени перемещения зоны высокозагрязненных вод имеется такая возможность);

- ближайшие к аварийному сбросу створы систематических или эпизодических наблюдений на водном объекте, в которых возможно определение исходных характеристик зоны высокозагрязненных вод.

Дополнительные контрольные створы устанавливают на участках массовой гибели рыбы и других гидробионтов.

Контрольные створы по возможности следует приурочивать к створам систематических гидрологических или гидрохимических наблюдений и располагать на сравнительно прямолинейных участках рек.

До прихода зоны высокозагрязненных вод в каждом из перечисленных створов определяется или фиксируется фоновый уровень содержания ЗВ, токсичность и в зависимости от специфики сброшенных ЗВ контролируемые гидробиологические показатели.

В контрольном створе главная вертикаль до и в период прохождения зоны высокозагрязненных вод должна располагаться в стрежне потока речных вод, дополнительные (одна или две) - на расстоянии примерно 1/3 от каждого берега до стрежня потока. Число горизонтов для отбора проб воды на вертикали определяется глубиной водотока: при глубине до 5 м устанавливают один горизонт (от 0,2 до 0,5 м от поверхности воды или от нижней поверхности льда зимой), при глубине от 5 до 10 м – два горизонта (в 0,5 м от поверхности и в 0,5 м от дна); при глубине более 10 м – три горизонта (дополнительно берется промежуточный горизонт, расположенный посередине между поверхностью и дном). В связи с нестабильностью (пульсацией) концентраций ЗВ в зоне высокозагрязненных вод для отбора одной пробы воды в каждой исследуемой точке сечения реки в течение 10 мин через равные промежутки времени следует отбирать от 10 до 15 примерно равных порций воды, смешивая их в одной емкости. Из результатов наблюдений каждой съемки по отдельным вертикалям и горизонтам выбирают (представляют) наиболее высокую концентрацию ЗВ. Период наблюдений в фоновом створе и в сточных водах ограничивают временем аварийного сброса; в контрольных створах, расположенных ниже аварийного сброса в период аварийного загрязнения, - временем прохождения всей зоны высокозагрязненных вод, примерное начало которого задают по результатам прогностического расчета, приведенного в Р 52.24.627, или по результатам экспертных оценок.

Примечание - Организацию сливной пробы не проводят для определения растворенного кислорода, сульфидов и летучих соединений. Для этих веществ анализ должен проводиться в отдельных порциях воды с последующим осреднением полученных результатов.

В случае аварийного сброса ЗВ легко сорбирующихся на взвешях (тяжелые металлы, пестициды) в послеаварийный период требуется проведение контроля за загрязнением донных отложений и их влиянием на качество речной воды в местах интенсивной разгрузки взвешенных веществ (плесы, слабопроточные участки реки). Отбор проб следует вы-

полнять из поверхностного горизонта донных отложений на фоновом (выше аварийного сброса) и загрязненном участках реки. Пробы речной воды рекомендуется отбирать выше и ниже массового скопления донных отложений с расположением вертикалей и горизонтов в сечении реки аналогично указанному для контроля за зоной высокозагрязненных вод. Створ ниже плесового участка целесообразно устанавливать на участке, где гарантировано вертикальное перемешивание загрязненных донными отложениями водных масс. Примерное расстояние до указанного створа L_e , м, определяют по формуле

$$L_e = 0,510 \frac{H^2 v}{D_z}, \quad (1)$$

где H – наибольшая глубина речного потока ниже плеса, м;

v – скорость течения речной воды, м/с;

D_z – коэффициент вертикальной дисперсии для рассматриваемых гидрологических условий, $\text{м}^2/\text{с}$ (для расчетов можно принять, что $D_z = D_y$, где D_y – коэффициент поперечной дисперсии).

Коэффициент поперечной дисперсии D_y , $\text{м}^2/\text{с}$, рассчитывают по формуле

$$D_y = \frac{g H v \varphi^3}{M c}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, равное $9,8 \text{ м/с}^2$;

M – безразмерный коэффициент, зависящий от коэффициента Шези c , $\text{м}^{0,5}/\text{с}$ (при $10 < c < 60 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$ $M = 0,7c + 6$; при $c \geq 60$ $M = 48 = \text{const}$);

φ – коэффициент, характеризующий извилистость реки, представляющий собой отношение длины участка, измеренной по фарватеру, к длине этого же участка, измеренного по прямой без учета извилистости реки (для определения коэффициента φ можно использовать крупномасштабную карту).

Створ наблюдения ниже водохранилищ следует располагать на расстоянии не ближе 1 км от плотины в связи с интенсивным вертикальным перемешиванием водных масс различной степени загрязненности.

При отсутствии сведений о сроках гарантированного (самого раннего) прихода фронтальной части зоны высокозагрязненных вод отбор проб следует проводить через каждый час, начиная с предполагаемого (с гарантируемым запасом) времени начала аварийной ситуации в интересующем X -м створе $t_{H,X}$, ч. Последнее вычисляют по формуле

$$t_{H,X} = \frac{L_X}{2 v_{\max} 3600}, \quad (3)$$

где L_x – общая протяженность участка реки (по фарватеру) от места аварийного сброса ЗВ до заданного X -го створа, м;

$V_{\max}$ – возможная (примерная) максимальная скорость перемещения фронтальной части зоны высокозагрязненных вод ниже аварийного сброса (берется удвоенное значение максимальной скорости в сечении реки), м/с ;

3600 – коэффициент перевода данных из секунд в часы.

7.1.3 Состав наблюдений

Определение состава наблюдений должно быть обусловлено прежде всего режимом сброса в водный объект ЗВ, их количеством и свойствами. Результаты проведенных наблюдений должны позволять не только оценить состояние водного объекта в створах контроля в аварийный период, но и выполнить экспертные прогнозные оценки о возможном изменении состояния водных объектов ниже по течению в других контрольных створах, где ожидается прохождение зоны высокозагрязненных вод. Поскольку практически все аварийные сбросы могут иметь судебное разбирательство, все результаты наблюдений должны быть запротоколированы.

В состав наблюдений следует обязательно включать визуальный контроль за изменением состояния водного объекта. Наиболее важным признаком опасной ситуации на водном объекте является гибель рыбы и других водных организмов, земноводных и растений, выделение пузырьков донных газов, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, пены, пленки и других несвойственных для нормального состояния водного объекта явлений, которые приведены в Р 52.24.309.

В случае состоявшейся аварии контрольные створы наблюдения устанавливаются согласно 7.1.2.

Для аварийного сброса по возможности измеряют, фиксируют и обязательно протоколируют следующие характеристики:

- срок начала аварийного сброса (год, месяц, день, час, минуты);
- срок окончания аварийного сброса, если таковое имело место (год, месяц, день, час, минуты);
- продолжительность аварийного сброса (часы);
- примерный расход аварийного сброса сточных вод. При изменениях в период аварийного сброса расхода воды, составляющих более 20 %, делают повторные измерения или экспертные оценки с фиксацией времени измерения;
- концентрации всех основных ЗВ для рассматриваемой аварийной ситуации, а также значения pH, Eh, БПК₅, ХПК, содержание растворенного кислорода, взвешенных веществ и других, характерных для рассмат-

риваемого аварийного сброса оперативно определяемых физико-химических показателей состава и свойств воды.

В случае отсутствия информации об основных ЗВ для контроля за аварийным сбросом сточных вод рекомендуется использовать показатели, приведенные в приложении Г.

Если сброс ЗВ произошел в виде технического продукта, то устанавливают и фиксируют долю ЗВ в этом продукте.

К основным ЗВ следует относить вещества, которые в контрольных створах в аварийный период более других превышают или могут превысить уровень опасного высокого ВЗ (фактически обуславливают степень загрязнения и токсичность воды), а также вещества, которые могут обусловить протяженность речной сети, где будет перемещаться зона высокозагрязненных вод.

Дополнительной группой контролируемых веществ являются вещества-индикаторы или специально вводимые в зону высокозагрязненных вод трассеры, являющиеся индикаторами распространения фронта или всей зоны высокозагрязненных вод (см. 5.1).

Если сточные воды содержат большое количество взвешенных веществ существенно превышающих их содержание в речной воде, то следует дополнительно определять содержание этих веществ в сточной воде и контрольных створах. Если в число основных ЗВ вошли металлы или пестициды, то крайне желательно определить содержание этих веществ как в растворенном, так и сорбированном на взвесах состоянии.

В контрольных створах речной сети ниже аварийного сброса измеряют, фиксируют и протоколируют следующие характеристики:

- срок прибытия фронтальной части зоны высокозагрязненных вод в контрольный створ (год, месяц, день, час, минуты);
- срок прибытия хвостовой части зоны высокозагрязненных вод в контрольный створ, если таковое имеет место (год, месяц, день, час, минуты);
- продолжительность прохождения зоны высокозагрязненных вод через контрольный створ (часы);
- примерный расход загрязненных речных вод в период прохождения зоны высокозагрязненных вод через контрольный створ. При изменениях расхода воды, составляющих более 20 %, делают повторные измерения или экспертные оценки;
- концентрации основных ЗВ в зоне высокозагрязненных речных вод; измерение содержания основных ЗВ в контрольных створах выполняют с такой периодичностью, чтобы в пределах времени прохождения этой зоны было проведено не менее пяти съемок;
- токсичность речной воды.

В контрольных створах наблюдения, расположенных в 1 км выше створов питьевых водозаборов или крупного населенного пункта, отбор проб воды осуществляют с учетом ожидаемого времени прохождения

зоны высокозагрязненных вод: вначале прохождения зоны через каждые 1-3 ч, затем в зависимости от сложившейся ситуации (прежде всего от протяженности зоны) более редко до гарантированного прохождения всей зоны высокозагрязненных вод и возможных ее «следовых» проявлений на уровне концентраций ВЗ.

Для эвтрофных участков водного объекта в контрольных створах в зоне высокозагрязненных вод дополнительно определяют (рассчитывают) содержание аммиака и, что крайне желательно, выполняют экспресс-оценку качества воды по состоянию фитопланктона.

Если в число основных ЗВ вошли металлы или пестициды, то крайне желательно в контрольных створах определить содержание в воде взвешенных веществ и содержания ЗВ в растворенной форме и в сорбированном на взвесьях состоянии.

Помимо перечисленного, в доаварийный (до появления зоны высокозагрязненных вод) и аварийный периоды в контрольных створах требуется получение следующей дополнительной официально регистрируемой информации:

- по данным ближайшей метеостанции фиксируют преобладающее направление и средние значения скорости ветра; наличие или отсутствие осадков, их количественные показатели (интенсивность и продолжительность);

- для эвтрофированных водных объектов обязательно определяют количественные характеристики развития фитопланктонного сообщества в фоновом створе выше аварийного сброса и в контрольных створах до аварийной ситуации (фоновые условия), а также в контрольных створах в период прохождения зоны высокозагрязненных вод.

7.1.4 Продолжительность наблюдений

Наблюдения в фоновом створе и сточных водах выполняют в течение всего периода аварийного сброса; в контрольных створах ниже аварийного сброса - в течение всего периода фиксации в воде концентраций на уровне превышающем ВЗ. В случае выхода высокозагрязненных речных вод на пойму, затопления населенных пунктов или при наличии на речных участках рукавов в окончание наблюдений вносят соответствующие коррективы, учитывающие возможное запаздывание появления в основном русле реки высоких концентраций ЗВ. При аварийном сбросе ЗВ на пойму или ледяную поверхность водного объекта сроки наблюдения переносят на период возможного непосредственного контакта сброшенных ЗВ с основным руслом водного объекта.

7.2 Водоток. Сброс жидкого технического продукта с плотностью выше плотности воды водного объекта

7.2.1 Цели проведения наблюдений

Целями проведения наблюдений являются:

- оценка наличия и устойчивости придонного перемещения «тяжелого» жидкого технического продукта в русле реки (практическое отсутствие вертикального перемешивания);
- измерение или экспертная оценка ориентировочных средних значений ширины, глубины и скорости этого потока в русле реки;
- отслеживание и установление времени прихода фронтальной части высокозагрязненных вод в контрольные створы ниже аварийного сброса ЗВ с учетом результатов моделирования перемещения зоны загрязненных вод или экспертных оценок, а также с учетом возможной стратификации загрязненных масс воды в русле реки;
- определение категории и типа аварийной ситуации на водном объекте в соответствии с положениями, приведенными в таблицах 2 и 3;
- контроль за изменением расходов воды и концентраций ЗВ в контрольных створах водного объекта;
- определение токсичности воды и состояния макрозообентоса в контрольных створах водного объекта до прибытия зоны высокозагрязненных вод;
- контроль за изменением токсичности воды и состояния макрозообентоса в контрольных створах водного объекта с учетом возможной стратификации загрязненных масс воды по степени загрязнения, по глубине и ширине русла реки в период прохождения зоны высокозагрязненных масс воды;
- контроль в послеаварийный период за остаточным загрязнением донных отложений в местах их наибольшего накопления и возможностью влияния остаточного загрязнения на качество речной воды по гидрохимическим и токсикологическим показателям, а также на состояние макрозообентоса;
- прогноз (на основе математического моделирования или экспертных оценок) возможного изменения токсичности, уровней и качества воды в водных объектах ниже аварийного сброса по результатам наблюдений в контрольных створах, в которых прошла (проходит) зона высокозагрязненных масс воды;
- корректировка параметров математической модели по результатам наблюдений в контрольных створах в соответствии с Р 52.24.627;
- подготовка и отправка информационных сообщений о чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории на водном объекте (примеры форм сообщений приведены в приложениях А и В)

7.2.2 Контрольные створы наблюдения

Для проведения наблюдений контрольные створы и вертикали назначают согласно 7.1.2.

Число горизонтов для отбора проб воды на вертикали выбирают таким образом, чтобы можно было оценить, на какой глубине перемещается по руслу реки «тяжелый» технический продукт и насколько происходит смешение его с речной водой (степень влияния его на качество вышележащих водных масс). В зависимости от глубины реки и местоположения в сечении реки потока «тяжелого» жидкого продукта оптимальным можно считать назначение двух-трех горизонтов в «слое» речной воды и столько же в «слое» тяжелого жидкого продукта.

Отбор пробы воды в каждой исследуемой точке сечения реки осуществляют следующим образом: в течение 10 мин через равные промежутки времени отбирают от 10 до 15 примерно равных порций воды, смешивая их в одной емкости. Период наблюдения в створе (отбор и анализ проб воды) определяется временем прохождения всей зоны высокозагрязненных вод, примерное начало которого задают по результатам прогнозных экспертных оценок или по результатам математического моделирования, а также по результатам измерения содержания в речной воде веществ-индикаторов аварийного сброса сточных вод или рассматриваемого чрезвычайного события.

Примечание - Если результаты наблюдений в очередном контрольном створе указывают на то, что стратификация загрязненных масс воды по вертикали практически отсутствует, то наблюдения в последующих контрольных створах проводят согласно 7.1.2.

7.2.3 Состав наблюдений

В рассматриваемой аварийной ситуации наблюдения необходимо проводить в следующих створах:

- выше аварийного сброса (фоновый створ);
- в сточных водах (если аварийный сброс продолжается в текущий момент);
- в первом наиболее близко расположенном к месту аварии контрольном створе, где ожидается начало прохождения потока ЗВ в виде «тяжелой жидкости»;
- в последующих контрольных створах в период ожидаемого по экспертным оценкам или результатам математического моделирования прохождения потока ЗВ в виде «тяжелой жидкости».

В целях оперативной оценки наличия и устойчивости придонного перемещения «тяжелого» жидкого технического продукта в русле реки рекомендуется использовать переносные приборы для измерения непосредственно в водном объекте электропроводности или плотности воды.

Для вод аварийного сброса по возможности измеряют и фиксируют следующие характеристики:

- срок начала аварийного сброса (год, месяц, день, час, минуты);
- срок окончания аварийного сброса, если таковое имеет место (год, месяц, день, час, минуты);
- продолжительность аварийного сброса (часы);
- плотность технического продукта, кг/м^3 ;
- растворимость технического продукта, кг/м^3 ;
- перечень основных ЗВ (при отсутствия информации в перечень основных ЗВ рекомендуется включать показатели, приведенные в приложении Г);
- долю ЗВ в техническом продукте;
- концентрации основных ЗВ в сточных водах в аварийный период; при существенных изменениях содержания ЗВ делают дополнительные учащенные отборы проб воды и анализ содержания в них ЗВ;
- значение токсичности воды в образовавшихся слоях воды разной плотности.

Если технический продукт содержит большое количество взвешенных веществ существенно превышающих их содержание в речной воде, то следует дополнительно определить и содержание этих взвешенных веществ. Если в число основных ЗВ вошли металлы или пестициды, то крайне желательно определить содержание этих веществ как в растворенном, так и в сорбированном на взвесах состоянии.

7.2.4 Продолжительность наблюдений

Продолжительность наблюдений в сточных водах и контрольных створах речной сети должна составлять как минимум не менее времени фиксации в воде высоких уровней концентрации ЗВ. В случае выхода потока «тяжелой жидкости» на пойму или при наличии на речных участках рукавов в окончание наблюдений за перемещением высокозагрязненных вод вносят соответствующие коррективы, учитывающие указанные ситуации.

7.3 Водоток. Сброс загрязняющего вещества в виде сухого технического продукта с плотностью выше плотности воды водного объекта

7.3.1 Цели проведения наблюдений

Целями проведения наблюдений являются:

- оценка наличия устойчивого влияния выпавшего на дно технического продукта на качество речной воды в нижележащих створах;
- отслеживание и установление времени прихода фронтальной и хвостовой части высокозагрязненных вод в контрольные створы ниже аварийного сброса ЗВ с учетом результатов моделирования перемещения зоны высокозагрязненных вод по Р 52.24.627 или экспертных оценок;

- определение категории аварийной ситуации на водном объекте в соответствии с положениями, приведенными в таблице 2;
- определение токсичности воды и состояния фитопланктонного сообщества в контрольных створах водного объекта до прибытия зоны высокозагрязненных вод;
- контроль за изменением токсичности воды и состояния фитопланктонного сообщества в контрольных створах водного объекта во время прохождения зоны высокозагрязненных вод;
- контроль в послеаварийный период за остаточным загрязнением донных отложений в местах их наибольшего накопления и возможностью влияния остаточного загрязнения на качество речной воды по гидрохимическим и токсикологическим показателям, а также на состояние макрозообентоса;
- прогноз на основе математического моделирования или экспертных оценок возможного изменения уровней и качества воды в водных объектах ниже аварийного сброса по исходным данным об аварийном сбросе и результатам наблюдений в контрольных створах;
- корректировка параметров математической модели по результатам наблюдений в контрольных створах в соответствии с Р 52.24.627;
- подготовка и отправка информационных сообщений о чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории на водном объекте (примеры форм сообщений приведены в приложениях А и В).

7.3.2 Контрольные створы наблюдения

В рассматриваемой аварийной ситуации формирование качества воды в реке связано в первую очередь с вертикальной дисперсией ЗВ. В связи с этим первый створ наблюдения ниже аварийного сброса желательно располагать на речном участке, где произошло смешение вод по глубине реки. Примерное расстояние до этого створа можно определить по формулам (1) и (2). Далее контрольные створы и вертикали назначают согласно 7.1.2.

Примечание - Если первый створ наблюдения требуется установить на участке, где вертикальное перемешивание водных масс не произошло, то число горизонтов для отбора проб воды на вертикали должно составлять не менее пяти.

В каждой исследуемой точке сечения реки отбирают составную (сливную) пробу воды: в течение 10 мин через равные промежутки времени отбирают от 10 до 15 примерно равных порций воды, смешивая их в одной емкости.

Если уже в первом ближайшем к сбросу сухого технического продукта контрольном створе не обнаруживается наличие ЗВ с концентрацией выше уровня опасного ВЗ, то данная авария считается не опасной и дальнейшие оперативные наблюдения на водном объекте не проводят.

Период наблюдения в каждом контрольном створе определяется временем прохождения всей зоны высокозагрязненных вод, примерное

начало которого задают по результатам прогностических расчетов в соответствии с Р 52.24.627 или экспертных оценок, а также по результатам измерения содержания в речной воде веществ-индикаторов рассматриваемого аварийного сброса.

7.3.3 Состав наблюдений

В рассматриваемой аварийной ситуации наблюдения необходимо проводить в следующих створах:

- выше аварийного сброса технического продукта в сыпучем виде (фоновый створ);
- в первом наиболее близко расположенном к месту аварии контрольном створе, где произошло вертикальное перемешивание загрязненных масс воды;
- в последующих контрольных створах в период ожидаемого по экспертным оценкам или результатам прогностических расчетов прохождения зоны высокозагрязненных вод.

Для рассматриваемой аварийной ситуации по возможности фиксируют следующие характеристики:

- срок аварийного сброса «сухого» технического продукта, способного вызвать загрязнение речной воды (год, месяц, день, час, минуты);
- плотность технического продукта, кг/м^3 ;
- растворимость технического продукта, кг/м^3 ;
- перечень основных ЗВ (при отсутствия информации в перечень основных ЗВ рекомендуется включать показатели, приведенные в приложении Г);
- доля каждого загрязняющего вещества (веществ) в «сухом» техническом продукте, в долях от единицы.

В контрольных створах речной сети ниже аварийного сброса измеряют, фиксируют и обязательно протоколируют следующие характеристики:

- срок прибытия фронтальной части зоны высокозагрязненных вод в контрольный створ (год, месяц, день, час, минуты);
- продолжительность прохождения зоны высокозагрязненных вод через контрольный створ (часы);
- срок прибытия хвостовой части зоны высокозагрязненных вод в контрольный створ, если таковое имеет место (год, месяц, день, час, минуты);
- концентрации основных ЗВ в створе контроля в период прохождения зоны высокозагрязненных вод;
- токсичность воды (биотестирование) и состояние водных сообществ (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта до прибытия зоны высокозагрязненных вод;
- токсичность воды (биотестирование) и состояние водных сообществ (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта в период прохождения зоны высокозагрязненных вод.

Выполняют корректировку параметров математической модели по результатам наблюдений в контрольных створах в соответствии с Р 52.24.627.

В контрольных створах наблюдения, расположенных в 1 км выше створов питьевых водозаборов или крупного населенного пункта, отбор проб воды в период ожидаемого подхода и прохождения зоны высокозагрязненных вод выполняют не менее чем через каждый час до гарантированного прохождения всей зоны и возможных ее «следовых» проявлений на уровне концентраций ВЗ.

Определяют или фиксируют долю загрязняющего вещества в техническом продукте.

Если в число основных ЗВ вошли металлы или пестициды, то крайне желательно определить содержание в воде взвешенных веществ и содержание ЗВ в растворенной форме и в сорбированном на взвесьях состоянии.

7.3.4 Продолжительность наблюдений

Продолжительность наблюдений в контрольных створах речной сети должна составлять как минимум не менее времени фиксации в воде концентраций ЗВ на уровне ВЗ. В случае наличия на речных участках рукавов в окончание наблюдений за перемещением высокозагрязненных вод вносят соответствующие коррективы, учитывающие возможное запаздывание «следовых» явлений загрязнения речной воды.

7.4 Водоток. Сброс жидкого технического продукта (в т.ч. разлив нефти) с образованием на поверхности воды пленки

7.4.1 Цели проведения наблюдений

Целями проведения наблюдений являются:

- оценка наличия высокозагрязненных вод в русле реки под образовавшейся пленкой, а также выше и ниже участка реки, занимаемого этой пленкой;
- измерение или экспертная оценка размеров пленки и количества ЗВ в ней;
- отслеживание времени прихода фронтальной части высокозагрязненных вод и пленки в контрольные створы ниже аварийного сброса жидкого технического продукта;
- определение категории и типа аварийной ситуации на водном объекте в соответствии с положениями, приведенными в таблицах 2 и 3;
- контроль за изменением расходов воды и концентраций ЗВ в контрольных створах водного объекта;
- определение токсичности воды (биотестирование) и состояния фитопланктонного сообщества (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта до прибытия зоны высокозагрязненных вод;

- контроль за изменением токсичности воды (биотестирование) и состояния фитопланктонного сообщества (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта в период прохождения зоны высокозагрязненных вод;

- контроль за возможным остаточным загрязнением донных отложений в местах их интенсивного накопления и возможного отложения загрязненных взвешенных веществ после прохождения зоны высокозагрязненных вод;

- прогноз на основе математического моделирования или экспертных оценок возможного изменения качества воды в водных объектах ниже аварийного сброса по исходным данным о сбросе сточных вод и результатам наблюдений в контрольных створах;

- корректировка параметров математической модели по результатам наблюдений в контрольных створах в соответствии с Р 52.24.627.

7.4.2 Контрольные створы наблюдения

Контрольные створы и вертикали назначаются согласно 7.1.2.

Число горизонтов для отбора проб воды на вертикали выбирают таким образом, чтобы можно было оценить содержание ЗВ по всей толще воды под пенкой. В связи с этим и учитывая высокую неравномерность содержания ЗВ (например, нефтепродуктов) в речной воде число горизонтов в вертикалях должно быть не менее трех.

В каждой исследуемой точке сечения реки в течение 10 мин через примерно равные промежутки времени следует отбирать от 10 до 15 примерно равных порций воды, смешивая их в одной емкости. В каждой намеченной вертикали крайне желателен отбор ЗВ в виде пленки.

Период наблюдения в контрольных створах определяется временем прохождения через них всей зоны высокозагрязненных вод, включая зону с наличием пленки на поверхности воды. Начало наблюдений организуют в соответствии с результатами прогнозных экспертных оценок или по результатам математического моделирования, а также с учетом визуального контроля за перемещением пленки технического продукта.

7.4.3 Состав наблюдений

В рассматриваемой аварийной ситуации наблюдения должны проводиться в следующих створах:

- выше аварийного сброса жидкого технического продукта (фоновый створ);

- в первом наиболее близко расположенном к месту аварии контрольном створе, где ожидается начало прохождения зоны высокозагрязненных вод и пленки технического продукта;

- в последующих контрольных створах в период ожидаемого по экспертным оценкам или результатам математического моделирования прохождения зоны высокозагрязненных вод и пленки технического продукта.

Для рассматриваемой аварийной ситуации по возможности фиксируют и протоколируют следующие характеристики:

- срок аварийного сброса технического продукта, способного вызвать загрязнение речной воды (год, месяц, день, час, минуты);
- плотность технического продукта (при измерениях ниже сброса - по данным в пленке), кг/м^3 ;
- растворимость технического продукта (по измеренным ниже сброса данным в пленке и водной толще), кг/м^3 ;
- перечень основных ЗВ (при отсутствии информации в перечень основных ЗВ рекомендуется включать показатели, приведенные в приложении Г);
- доля ЗВ в техническом продукте, в долях от единицы.

В контрольных створах речной сети ниже аварийного сброса измеряют, фиксируют и обязательно протоколируют следующие характеристики:

- срок прибытия фронтальной части зоны высокозагрязненных вод в контрольный створ (год, месяц, день, час, минуты);
- срок прибытия фронта части пленочной части зоны загрязненных вод в контрольный створ (год, месяц, день, час, минуты);
- продолжительность прохождения зоны высокозагрязненных вод и ее пленочной части через контрольный створ (часы);
- срок прибытия хвостовой части зоны высокозагрязненных вод и ее пленочной части в контрольный створ, если таковое имеет место (год, месяц, день, час, минуты);
- концентрации основных ЗВ в створе контроля в период прохождения зоны высокозагрязненных вод, а также количество вещества в пленке (мг/м^2 , кг);
- токсичность воды (биотестирование) и состояние водных сообществ (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта до прибытия зоны высокозагрязненных вод;
- токсичность воды (биотестирование) и состояние водных сообществ (биоиндикация) в контрольных створах водного объекта в период прохождения зоны высокозагрязненных вод.

В контрольных створах наблюдения, расположенных в 1 км выше створов питьевых водозаборов или крупного населенного пункта, отбор проб воды в период ожидаемого подхода и прохождения зоны высокозагрязненных вод отбирают не менее чем через каждый час до гарантированного прохождения всей зоны и возможных ее «следовых» проявлений на уровне концентраций ВЗ.

7.4.4 Продолжительность наблюдений

Продолжительность наблюдений в контрольных створах речной сети должна составлять как минимум не менее времени фиксации в воде концентраций, превышающих уровень ВЗ. В случае наличия на речных участках рукавов, загрязненных пленкой технического продукта берегов или льда, в окончание наблюдений вносят соответствующие корректив-

вы, учитывающие возможное запаздывание «следовых» явлений существенного загрязнения речной воды.

7.5 Водоем. Аварийный сброс сточных вод или технического продукта в жидком или сухом виде

В случае возникновения аварийной ситуации на водоеме наблюдения проводят с учетом его морфометрических особенностей. Для русловых водохранилищ с водообменном более 5,0 организация наблюдений не отличается от указанного для рек (см. 7.1-7.4). В дополнение здесь особое внимание следует уделять более высокой вероятности распространения зон ВЗ в вышерасположенные участки водоема при ветровых течениях, направления которых отличаются от стокового. В зависимости от различия направленности стоковых и ветровых течений в водоеме возможно образование циркуляционных и компенсационных течений. Если имеет место ситуация с разнонаправленными течениями, то наблюдения должны быть организованы аналогично указанному ниже для водоемов озерного типа.

Для водоемов озерного типа наблюдения имеют свои особенности.

Контрольные створы должны располагаться радиально по отношению к месту аварийного сброса ЗВ, при этом особое внимание следует уделять возможному образованию вдольбереговых течений вблизи населенных пунктов, где может перемещаться зона высокозагрязненных вод.

Вертикали располагают в виде узлов сетки, «накрывающей» зону высокозагрязненных вод. Число вертикалей в радиально расположенных створах должно увеличиваться по мере удаления от источника аварийного сброса. При этом основная часть вертикалей должна располагаться в сформировавшихся направлениях перемещения зон высокозагрязненных вод. Следует учитывать, что в случае прекращения аварийного поступления ЗВ в месте аварии, может сформироваться несколько самостоятельных зон высокозагрязненных вод, имеющих свои направления перемещения в водоеме. В последнем случае главная задача наблюдений в отдельных вертикалях заключается в оконтуривании этих высокозагрязненных зон, с выделением центров и главных направлений их перемещения.

Число горизонтов в вертикалях зависит от глубины в водном объекте, но их должно быть не менее двух (у поверхности и дна). В глубоких водоемах дополнительно в соответствии с глубиной в рассматриваемой вертикали намечаются горизонты на глубинах 10, 20, 50, 100 м.

В соответствии с особенностями аварийной ситуации (сброс сточных вод, транспортная авария, поступление ЗВ в виде технического продукта различной плотности) цели, состав, продолжительность наблюдений не отличаются от указанного для рек (см. 7.1-7.4).

7.6 Сброс загрязняющих веществ на ледяной покров в холодный период года или в пойму реки в период временного отсутствия ее прямого контакта с основным руслом реки

В рассматриваемом случае имеет место «отложенный» срок опасного поступления ЗВ в водный объект. Задача наблюдений – предварительная оценка возможного загрязнения водного объекта в последующий период, когда произойдет гидравлическая связь места накопления ЗВ с водой водного объекта, а также непосредственный контроль загрязненности водного объекта в период поступления в него ЗВ.

Примечание – В случае попадания пленки ЗВ под ледовое покрытие реки, имеющее на нижней поверхности выраженный шероховатый или торосистый вид, может происходить задержка поступления ЗВ в водный объект в связи с значительным накоплением ЗВ во льду.

Для оценки накопления ЗВ проводят контроль (отбор проб) за поступлением ЗВ на ледовую поверхность водного объекта или в пойму реки, временно отделенную от водного потока. Рассчитывают массу накопленного ЗВ. Определяют (моделируют) условия возможного поступления этого вещества в водный объект. Если по данным расчета (моделирования) можно ожидать, что при поступлении ЗВ в водный объект его концентрации достигнут уровня превышающего ВЗ, то необходимо выполнить следующее:

- информировать заинтересованные организации, в том числе организацию - виновника сброса ЗВ об угрожающей опасности загрязнения водного объекта;
- организовать контроль за поступлением ЗВ в водный объект в период гидравлической связи места накопления ЗВ с водным объектом и возможным перемещением зоны загрязненных вод по речной сети.

Организация наблюдений за сбросом ЗВ и загрязнением водного объекта не отличается от указанного для рек в 7.1 или для водоемов – в 7.5.

7.7 Временное затопление загрязненных территорий со смывом ЗВ в водный объект

Рассматриваемую ситуацию можно свести к одному из вышеописанных особенностей поступления ЗВ в водный объект. В исключительных случаях такая ситуация может совмещать несколько или все описанные выше особенности поступления ЗВ в водный объект. Задача экспертных оценок и оперативных наблюдений – определить:

- местоположение основных потенциальных или действующих источников накопления ЗВ на территории, которая может быть подвержена затоплению;
- какие из ЗВ и болезнетворных бактерий могут или уже поступают в водный объект;

- возможную продолжительность поступления опасного количества ЗВ и болезнетворных бактерий в водный объект в период затопления загрязненной территории;

- особенности поступления и миграции ЗВ в водном объекте (растворенные вещества, пленка или мусор на поверхности воды; миграция преимущественно на взвешенных веществах или в упакованном временно изолированном состоянии; в виде донных наносов, с их накоплением на слабопроточных участках реки; в виде «тяжелой» жидкости и т.д.).

Исходя из указанных оценок, организуют наблюдения за аварийной ситуацией в соответствующих контрольных створах с учетом особенностей миграции обнаруженных ЗВ. Учитывая возможное многообразие ЗВ очень важно включить в число контролируемых показателей определение токсичности воды, микробиологических и санитарно-бактериологических показателей.

В случае затопления сельхозугодий, где интенсивно применялись пестициды и удобрения, главной особенностью наблюдений является определение и оценка опасности загрязнения водных объектов пестицидами, органическими и биогенными веществами. В связи с этим в первых контрольных створах ниже затопленной территории аналитически следует определить:

- степень опасности аварийной ситуации (превышение содержания ЗВ уровней ВЗ);

- перечень ЗВ и болезнетворных бактерий;

- преимущественные способы миграции этих веществ и бактерий (в растворенном виде, в виде взвешенных труднорастворимых веществ, в сорбированном на взвесах состоянии и т.д.);

В соответствии с особенностями выявленной аварийной ситуации организуют наблюдения на нижерасположенных контрольных створах, уделяя при этом особое внимание контролю за возможными изменениями экологического благополучия водной экосистемы.

8 Особенности организации наблюдений в створах на приграничных участках водных объектов

Цели, состав и продолжительность наблюдений в контрольных створах, расположенных у границы РФ, не должны отличаться от указанных в 7.1-7.7. Главные особенности наблюдений на водном объекте трансграничного значения заключаются в следующем:

- должно быть организовано раннее оповещение сопредельного государства о сроках произошедшей чрезвычайной или аварийной ситуации 1-3 категории на водном объекте трансграничного значения и результатах предварительного прогноза о возможном распространении зон высокозагрязненных вод по речной сети с учетом и без учета о планируемых водоохранных мероприятиях для ликвидации аварии и ее по-

следствий; оповещение осуществляют организации и лица, имеющие соответствующие полномочия;

- последний контрольный створ наблюдения должен располагаться как можно ближе к государственной границе (полученные данные в этом створе должны отражать действительную картину опасности загрязнения воды для сопредельного государства);

- при проведении наблюдений должны использоваться ранее согласованные (стандартизированные) методы химического и биологического анализа воды водного объекта;

- для проведения наблюдений должны быть заранее известны информационные потребности сопредельного государства в случае ЧС, в том числе - уровни ВЗ, определяющие наличие или отсутствие аварийной ситуации (при отсутствии информационных потребностей сопредельного государства в оповещении об аварийной ситуации должен быть сделан соответствующий запрос об этих потребностях);

- поскольку перечень определяемых химических веществ не гарантирует полное описание картины опасности аварийной ситуации, в наблюдения должны быть включены определения токсикологических, санитарно-бактериологических, микробиологических и гидробиологических показателей.

Для проведения контрольных отборов проб в приграничном контрольном створе заранее должны быть приглашены специалисты заинтересованных служб соседнего государства. Последние в назначенный срок могут прибыть к месту отбора проб в сопровождении пограничных служб, имея необходимое оборудование для отбора и анализа проб воды и соответствующие документы.

Если не имеется особых договоренностей о способах отбора проб, то их отбор во всех вертикалях и горизонтах выполняют согласно 7.1-7.7. Из емкости (пробы), где смешиваются (усредняются) отобранные порции воды с соответствующего горизонта, воду разливают отдельно в приготовленную посуду для российской стороны и сопредельного государства, с последующим при необходимости консервированием проб воды. На анализ показателей, требующих определения непосредственно у водного объекта, воду забирают из той же емкости, но химический анализ выполняют специалисты каждого государства отдельно.

Если противоположная сторона настаивает на своих методах отбора проб воды, то эту операцию желательно выполнять дополнительно параллельно с принятой в РФ с последующим анализом всех отобранных проб воды.

Время и место отбора проб, а также характеристики морфометрии речного потока и метеоусловий протоколируют.

Сообщение об опасной ситуации на водном объекте

Приложение Б (справочное)

Алгоритм расчета затрат времени на обследование водного объекта по гидрохимическим показателям в случае аварийных или чрезвычайных ситуаций

Затраты времени на получение результата химического анализа проб воды при чрезвычайных (аварийных) ситуациях складываются из нескольких составляющих:

- а) затраты времени на проезд к месту отбора пробы (в том числе с использованием плавсредств);
- б) затраты времени на ожидание прихода в контрольный створ фронтальной части зоны высокозагрязненных вод;
- в) затраты времени на отбор проб воды;
- г) затраты времени на выполнение химического анализа в передвижной лаборатории для определения концентраций ЗВ, попавших в водный объект в результате аварии или других чрезвычайных ситуаций;
- д) затраты времени на доставку пробы в стационарную лабораторию (для определения тех веществ, которые не могут быть определены в передвижной лаборатории, либо для расшифровки состава ЗВ методами хромато-масс-спектрометрии или элементного анализа методом эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой);
- е) затраты времени на выполнение химического анализа в стационарной лаборатории.

Затраты времени на проезд к месту отбора пробы должны оцениваться в каждом конкретном случае на основе расстояния от места базирования передвижной лаборатории до места отбора проб, вида дороги, возможной скорости движения по ней, планируемого запаса времени на ожидание прихода в контрольный створ фронтальной части зоны высокозагрязненных вод и т.п.

Отбор пробы воды может занимать в среднем от 30 до 60 мин (возможно и более) в зависимости от расположения и доступности точки отбора проб в сечении водного объекта, предполагаемых методов анализа и количества определяемых компонентов. Если анализ полностью будет выполняться в передвижной лаборатории без сложной пробоподготовки, затраты времени на отбор проб минимальны. При необходимости доставки проб в стационарные лаборатории для выполнения сложных исследований, время увеличивается до 60 мин и более за счет увеличения общего объема пробы или специфического отбора отдельных аликвот.

Затраты времени на выполнение химического анализа в передвижной лаборатории зависят от нескольких условий: какие показатели определяются, каково их количество, сколько рабочих мест в передвижной лаборатории. Стандартный вариант – два рабочих места, поэтому

общее время на получение результата определения всех запланированных показателей следует разделить на два.

В отличие от обычно используемых при выполнении аналитических работ трудозатрат в человеко-часах (т.е. времени, которое затрачивает исполнитель на выполнение необходимых работ при серийных определениях без учета времени ожидания, когда он может заняться другими работами) при расчете затрат времени на получение результата анализа при чрезвычайных ситуациях важна продолжительность анализа, куда включается и время, затрачиваемое на ожидание. В наибольшей степени этому отвечают трудозатраты на выполнение анализа единичной пробы. Однако в некоторых случаях к этим величинам следует добавлять определенное время на ожидание (например, на развитие окраски при выполнении фотометрических измерений, если оно превышает 20 мин.).

Таким же образом следует рассчитывать и время на получение результата анализа в стационарной лаборатории, где проводят наиболее сложные исследования, требующие специального оборудования.

Ориентировочные затраты времени на выполнение измерений ряда показателей в передвижной и стационарной лабораториях приведены в методиках анализа вод под шифром РД 52.24... издания 1995 г. Расшифровка химического состава загрязняющих органических веществ в стационарной лаборатории методом хромато-масс-спектрометрии с полуколичественной оценкой уровня концентраций нескольких наиболее опасных веществ требует 1,5 - 2 рабочих дня.

Приложение В (рекомендуемое)

Пример представления результатов наблюдения за зоной высокозагрязненных вод

Таблица В.1 Результаты наблюдения за зоной высокозагрязненных вод в контрольных створах по речной сети ниже места аварии

Местоположение аварийного сброса: 30 км от устья реки А (Электродный завод города N)

Загрязняющее вещество: свинец

Использованный уровень высокого загрязнения: 0,100 мг/дм³

Номер створа	Дата и время появления фронтальной части	Дата и время появления хвостовой части	Продолжительность прохода высокозагрязненных вод	Дата и время появления максимальной концентрации	Максимальная концентрация, мг/дм ³	Минимальная концентрация, мг/дм ³
По валовому содержанию загрязняющего вещества						
0	18.07.2007 11 ч 00 мин	18.07.2007 14ч 00 мин	2 ч 00 мин	18.07.2007 13 ч 00 мин	6,000	4,350
1	18.07.2007 22 ч 50 мин	19.07.2007 02 ч 00 мин	3 ч 10 мин	18.07.2007 24 ч 00 мин	0,516	0,205
2	19.07.2007 20 ч 40 мин	20.07.2007 03 ч 30 мин	5 ч 50 мин	19.07.2007 21 ч 00 мин	0.348	0,100
По содержанию загрязняющего вещества в растворенном виде						
1	18.07.2007 11 ч 00 мин	18.07.2007 14ч 00 мин	2 ч 00 мин	18.07.2007 13 ч 00 мин	0,343	0,031
2	18.07.2007 22 ч 50 мин	19.07.2007 02 ч 00 мин	3 ч 10 мин	18.07.2007 24 ч 00 мин	0,200	0,018
По содержанию загрязняющего вещества на взвеси						
1	18.07.2007 11 ч 00 мин	18.07.2007 14ч 00 мин	2 ч 00 мин	18.07.2007 13 ч 00 мин	0,433	0,104
2	18.07.2007 22 ч 50 мин	19.07.2007 02 ч 00 мин	3 ч 10 мин	18.07.2007 24 ч 00 мин	0,300	0,090
Примечание - Расположение контрольных створов: № 0 – 32 км от устья р.А (створ сброса сточных вод электродного завода города N); № 1 – устье р.А (32 км ниже аварийного сброса); № 2 – устье р.М (87 км ниже аварийного сброса).						

Организация _____

Должность и фамилия лица, подписавшего сообщение _____

«__» _____ 20__ г. _____

подпись

Приложение Г (справочное)

Перечень показателей состава и свойств воды, рекомендуемых для контроля при аварийном сбросе сточных вод предприятий отдельных отраслей хозяйственной деятельности

Таблица Г.1 – Перечень показателей состава и свойств воды, рекомендуемых для контроля при аварийном сбросе сточных вод предприятиями перерабатывающей промышленности

Наименование показателя	Отрасли хозяйственной деятельности																			
	Нефтедобывающая	Горнодобывающая	Нефтеперерабатывающая	Сланцеперерабатывающая	Химико-фармацевтическая	Целлюлозно-бумажная, сульфатной варки	Целлюлозно-бумажная, сульфитной варки	Лесохимическая	Углеобогатительная	Коксохимическая	Газогенераторные станции	Обогащительная	Металлургическая	Машиностроительная и металлообработывающая	Электротехническая и радиотехническая	Стекольная	Текстильная	Кожевенная	Мясоперерабатывающая, молочная и рыбная	По хранению и переработке зерна, дрожжевая, пивоваренная
Температура	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pH	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Взвешенные в-ва	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хлориды	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Сульфаты	+	+	+	-	-	+	+		+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Кальций	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Магний	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
Калий	+	+	-	-	+	-	-	-		-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Натрий	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Минерализация воды	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Р 52.24.734-2010

Продолжение таблицы Г.1

Наименование показателя	Отрасли хозяйственной деятельности																			
	Нефтедобывающая	Горнодобывающая	Нефтеперерабатывающая	Сланцевперерабатывающая	Химико-фармацевтическая	Целлюлозно-бумажная, сульфатной варки	Целлюлозно-бумажная, сульфитной варки	Лесохимическая	Углеобогащительная	Коксохимическая	Газогенераторные станции	Обогатительная	Металлургическая	Машиностроительная и металлообработывающая	Электротехническая и радиотехническая	Стекольная	Текстильная	Кожевенная	Мясоперерабатывающая, молочная и рыбная	По хранению и переработке зерна, дрожжевая, пивоваренная
Азот аммонийный	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+
Аммиак	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Азот нитратный	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Азот нитритный	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Фосфор минеральный	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
ХПК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
БПК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Нефтепродукты	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
Фенолы летучие	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Фенол	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
о-, м-, р-крезолы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
СПАВ анионные	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
СПАВ неионные	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
Пестициды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лигносульфонаты	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Метанол	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Продолжение таблицы Г.1

Наименование показателя	Отрасли хозяйственной деятельности																			
	Нефтедобывающая	Горнодобывающая	Нефтеперерабатывающая	Сланцеперерабатывающая	Химико-фармацевтическая	Целлюлозно-бумажная, сульфатной варки	Целлюлозно-бумажная, сульфитной варки	Лесохимическая	Углеобогащительная	Коксохимическая	Газогенераторные станции	Обогащительная	Металлургическая	Машиностроительная и металлообработывающая	Электротехническая и радиотехническая	Стекольная	Текстильная	Кожевенная	Мясоперерабатывающая, молочная и рыбная	По хранению и переработке зерна, дрожжевая, пивоваренная
Ацетон	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Бензол	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хлорбензол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Флотореагенты	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Бенз(а)пирен	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Полиакриламид	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Нафталин	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Хлороформ	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Формальдегид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фурфурол	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Сероводород и сульфиды	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Цианиды	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Роданиды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Наименование показателя	Отрасли хозяйственной деятельности																			
	Нефтедобывающая	Горнодобывающая	Нефтеперерабатывающая	Спандцеперерабатывающая	Химико-фармацевтическая	Целлюлозно-бумажная, сульфатной варки	Целлюлозно-бумажная, сульфитной варки	Лесохимическая	Углеобогащительная	Коксохимическая	Газогенераторные станции	Обогащительная	Металлургическая	Машиностроительная и металлообработывающая	Электротехническая и радиотехническая	Стекольная	Текстильная	Кожевенная	Мясоперерабатывающая, молочная и рыбная	По хранению и переработке зерна, дрожжевая, пивоваренная
Цинк	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Медь	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
Железо общее	+	+	+		+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+		+	+	-	-
Свинец	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Никель	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Кобальт	-	+	-	-		+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+		-	-	-
Алюминий	+	+	+		+	+	+	-	-	-	-	-		+	-		+	-	-	-
Хром	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
Марганец	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Ртуть	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+		+	-	-	-
Кадмий	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Мышьяк	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
Молибден	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Ванадий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Бериллий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-

Примечание - Прочерк обозначает отсутствие показателя для контроля за аварийным сбросом сточных вод.

Таблица Г.2 – Перечень показателей состава и свойств воды, рекомендуемых для контроля при аварийном сбросе сточных вод производственных предприятий

Наименование показателя	Производство											Бытовые сточные воды	Сточные воды животноводческих комплексов	Стоки с сельскохозяйственных территорий
	Искусственного волокна	Пластмасс и линолеума	Синтетического каучука	Резинотехнических изделий	Капролактама	Лаков и красок	Пестицидов	Удобрений	Кремнийорганических соединений	Алкогольных напитков, плодовоовощные	Сахара			
Температура	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цветность	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
рН	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Взвешенные в-ва	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хлориды	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
Сульфаты	+	-	+	-	+		-	-	-	-	+	-	-	+
Кальций	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+
Магний	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+
Калий	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-
Натрий	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
Минерализация воды	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

[illegible]

Продолжение таблицы Г.2

Наименование показателя	Производство											Бытовые сточные воды	Сточные воды животноводческих комплексов	Стоки с сельскохозяйственных территорий
	Искусственного волокна	Пластмасс и линолеума	Синтетического каучука	Резинотехнических изделий	Капролактама	Лаков и красок	Пестицидов	Удобрений	Кремнийорганических соединений	Алкогольных напитков, плодовоовощные	Сахара			
Азот аммонийный	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Аммиак	-	-	-	-		+	-	+	-	-		+	+	-
Азот нитратный	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
Азот нитритный	+	-	-	+	+	+	-		-	-	+	+	+	+
Фосфор минеральный	-	-	-	-		+	-	+	-	+	+	+	+	+
ХПК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
БПК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Нефтепродукты	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Смолы	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Фенолы летучие	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Фенол	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
о-, м-, р-крезолы	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
СПАВ анионные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
СПАВ неионные	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Пестициды	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Метанол	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-

८

Наименование показателя	Производство											Бытовые сточные воды	Сточные воды животноводческих комплексов	Стоки с сельскохозяйственных территорий
	Искусственного волокна	Пластмасс и линолеума	Синтетического каучука	Резинотехнических изделий	Капролактама	Лаков и красок	Пестицидов	Удобрений	Кремнийорганических соединений	Алкогольных напитков, плодоовощные	Сахара			
Фториды	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Цинк	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+
Медь	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+
Железо общее	+		+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+
Свинец	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Никель	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Кобальт	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Алюминий	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Хром	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-
Марганец	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Ртуть	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Кадмий	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Мышьяк	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Молибден	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Ванадий	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Селен	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Олово	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-

Примечание - Прочерк обозначает отсутствие показателя для контроля за аварийным сбросом сточных вод.

Библиография

- [1] Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь.- Л.: Гидрометеиздат, -1988. 239 с.
- [2] Константинов А.С. Общая гидробиология.- М.: Высшая школа, 1986. 472 с.
- [3] Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03, утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г. (зарегистрированы в Минюсте РФ 19 мая 2003 г. N 4550) с дополнениями № 1 ГН 2.1.5.2280-07
- [4] 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.
- [5] Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87. 38 с.
- [6] Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Т. Общая химическая технология. - Москва: ИКЦ Академкнига, 2004. 528 с.
- [7] Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Химия: Ленинградское отделение, 1977. 463 с.
- [8] Роберт Вайнер. Сточные воды в металлургической промышленности. - Металлургиздат, 1962. 123 с.
- [9] Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах.- Л.: Химия, 1982. 214 с.
- [10] Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. - Л.: Химия, 1979. 160 с.
- [11] Вредные вещества в промышленности. Справочник. - Л.: Химия, 1985. - 461 с.
- [12] Федоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в водных экосистемах. - Ростов-на-Дону-Москва: Изд. Копицентр, 2005. С. 271-286
- [13] Методические указания по установлению ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов и дополнительных характеристик, нужных для расчета ПДС. //Авт. Лесников Л.А., И.Д.Чинарева, В.В.Иванова и др. - Л.: ГОСНИОРХ, 1989. 50 с.
- [14] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем /Под ред. Абакумова В.А.- СПб: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

[15] Лесников Л.А. Методические указания по рыбохозяйственным требованиям к расчету ПДС с учетом ассимилирующей способности водоемов. - Л.: ГОСНИОРХ, 1988. 23 с.

[16] Емельяненко В.В. Исследование реакций беспозвоночных-фильтраторов для разработки инструментальных методов оценки токсичности воды: автореферат дисс. канд. биол. наук. - Киев, 1987. 21 с.

[17] Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). - М.: Изд. Госкомприроды СССР, 1991. 34 с.

[18] Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №52-ФЗ от 30.03.1999 г. статья 18 (пункты 1-5).

РЕКОМЕНДАЦИИ

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ МЕТОДОМ ЭКСПРЕССНОГО БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Введение

Метод биотестирования широко используется в последнее время для оценки токсичности и поверхностных вод, и донных отложений. Информация, получаемая в ходе биотестирования дает информацию о воздействии на гидробиоту всего комплекса находящихся в водном объекте веществ. В случаях экстремально высоких загрязнений и в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) необходимо получение оперативной информации для принятия управленческих решений. В связи с чем необходимо использовать экспрессные методики биотестирования.

Настоящие рекомендации отвечают требованиям оперативности получения биологической информации: 1) реакция хемотаксиса позволяет практически за 1 ч получить ответную реакцию тест-объектов на воздействие исследуемой пробы воды; 2) выбранный тест-объект (*Paramecium caudatum*) является одним из центральных видов микрозоопланктона практически во всех водных объектах, что позволяет использовать его во всех регионах страны; 3) методика биотестирования по выживаемости зоопланктона позволяет использовать природные популяции исследуемого региона, отобранные в фоновых (незагрязненных участках) водных объектов. В связи с тем, что гидробионты реагируют на специфику гидрохимического состава водных объектов различных регионов предпочтительнее использовать в случаях ЧС природные популяции гидробионтов, отобранные из фоновых (условно чистых участков). Для этого в рекомендациях приведен список возможных тест-объектов с указанием их экологических особенностей в отношении температурного фактора, pH-среды, минерализации.

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают методику экспрессного биотестирования и порядок проведения оценки токсичности поверхностных вод суши (ПВС) в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) и проведения оперативных работ в мониторинге ПВС в условиях ЧС.

Рекомендации предназначены для организаций наблюдательной сети Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета), осуществляющих организацию и прове-

дение наблюдений за загрязнением ПВС в составе Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) России.

Настоящие рекомендации могут быть использованы в качестве методического пособия специалистами и практическими работниками природоохранных организаций, осуществляющих наблюдения за загрязнением окружающей среды, а также для оценки токсического загрязнения поверхностных вод суши.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения

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

ГОСТ 27065-86 Качество вод. Термины и определения

Р 52.24.566-94 Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем

РД 52.24.609-99 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях

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

РД 52.24.309-2004 Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета

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

РД 52.24.670-2005 Унифицированный метод определения острой токсичности проб поверхностных вод суши, содержащих взвешенные вещества

Р 52.24.690-2006 Рекомендации. Оценка токсического загрязнения вод водотоков и водоемов различной солености и зон смешения речных и морских вод методами биотестирования

Р 52.24.695-2007 Рекомендации. Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений водных экосистем по коэффициенту регенерации популяции

Примечание - Ссылки на остальные нормативные документы приведены в разделе 6, пунктах 7.2 и 8.2.

3 Термины, определения и обозначения

В настоящих рекомендациях использованы следующие термины и определения:

3.1

биотестирование (биологическое тестирование): Оценка качества объектов окружающей среды (воды и др.) по ответным реакциям живых организмов, являющихся тест-объектами.

[ГОСТ 27065-86, статья 39]

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

3.3 водный объект: Сосредоточение природных вод на поверхности суши, либо в горных породах имеющее характерные формы распространения и черты режима (Р 52.24.566).

3.4 загрязнение токсическое: Загрязнение воды водоемов и водотоков токсичными веществами.

3.5 зоопланктеры: Представители зоопланктона (совокупность населяющих толщу воды беспозвоночных животных, пассивно переносимых течениями) [1].

3.6

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

[ГОСТ 27065-86, статья 2]

3.7

контроль качества воды: Проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям.

[ГОСТ 27065-86, статья 2]

3.8 критерий токсичности: Значение показателя токсичности, на основании которого судят о наличии токсического действия.

3.9 метрологическая характеристика метода: Характеристика чувствительности метода, определяемая для тест-объекта по LC_{50} при воздействии эталонного токсиканта (медь (II) сернокислая, калий двухромовокислый).

3.10 острое токсическое действие (острая токсичность); ОТД: Воздействие, вызывающее быструю ответную реакцию тест-объекта. Острое токсическое действие чаще всего определяют по тест-реакции «гибель» или «выживаемость» в условиях кратковременного биотестирования. При использовании коловраток и других организмов микрозоопланктона длительность воздействия составляет от 6 до 24 ч (РД 52.24.662).

3.11 показатель токсичности: Признак тест-объекта, используемый для оценки токсичности воды.

3.12 поверхностные воды суши; ПВС: Воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов (Р 52.24.566).

3.13 проба воды: Количество воды, предназначенное для исследования.

3.14 пункт наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши Государственной сети наблюдений Росгидромета: Место на водоеме или водотоке, где проводят комплекс работ для получения данных о качестве воды или донных отложений. (РД 52.24.635).

3.15 результат биотестирования: Конечный вывод о токсичности водной среды, установленный в ходе биотестирования.

3.16 тест-объект: Организм, который используют при биотестировании (инфузории, дафнии и т.д.) (Р 52.24.566).

3.17 тест-показатель: Показатель жизнедеятельности (поведенческие реакции, размножение, выживаемость и т.д.) тест-объекта, используемый для определения токсичности ПВС.

3.18 токсичность воды: Свойство воды вызывать патологические изменения или гибель организмов, обусловленные присутствием в ней токсичных веществ (Р 52.24.566).

3.19 токсикологический эксперимент: Эксперимент, в ходе которого оценивают влияние на тест-объект испытываемой воды или химического соединения. Состоит из двух серий: опыт (с воздействием воды или химического соединения) и контроль (без воздействия, но в тех же условиях) (Р 52.24.566).

3.20 условно чистый участок водного объекта: Обычно это фоновый створ.

3.21 фоновый створ: Створ, расположенный на расстоянии не менее 1 км выше источника загрязнения (Р 52.24.566).

3.22 хемотаксис: Двигательные реакции свободно передвигающихся растительных и простейших животных организмов, а также клеток (зооспор, сперматозоидов, лейкоцитов и др.) под влиянием химических раздражителей [2].

3.23 чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [3].

3.24 чувствительность тест-объекта: Нижняя граница диапазона действия эталонного токсиканта, при которой обнаруживают параметры его токсичности на тест-объект.

3.25 эталонный токсикант: Токсическое вещество, используемое для проверки чувствительности биотеста или тест-объекта (Р 52.24.566).

3.26 LC₅₀ : Концентрация токсиканта, приводящая к гибели 50 % взятой для эксперимента выборки.

4 Общие положения

4.1 Настоящие рекомендации устанавливают требования и условия по проведению экспрессного биотестирования ПВС в условиях ЧС, обусловленного высоким уровнем загрязнения или присутствием опасных токсических веществ, поступающих в водные объекты в ходе аварий, залповых сбросов, с целью выяснения чрезвычайных экологических ситуаций.

4.2 Экспрессное биотестирование ПВС проводят с целью проверки соответствия качества отдельных исследуемых проб воды установленным нормам без идентификации загрязняющих веществ и их количественных характеристик [4].

4.3 Вода контрольного створа (природная вода) не должна оказывать токсического действия (хронического и, тем более, острого) на тест-объекты, используемые для биотестирования [4].

4.4 Биотестирование ПВС основано на определении показателей токсичности исследуемой пробы воды, отобранной в зоне влияния источника загрязнения, и их отличий от контрольной пробы, отобранной на условно чистом участке водного объекта и водопроводной водой исследуемого региона.

4.5 Экспрессное биотестирование токсичности ПВС в условиях ЧС дает возможность за короткий промежуток времени:

- оценить токсичность пробы воды;
- выявить точки (створы) и участки с чрезвычайной экологической ситуацией;
- оценить влияние источников загрязнения на состояние водной составляющей водного объекта;
- оценить экотоксикологический статус водного объекта или его участка;
- оценить эколого-токсикологическое состояние водного объекта в комплексе с методами биоиндикационных и физико-химических исследований.

4.6 Для оценки токсичности ПВС используют не менее трех биотестов с разными тест-объектами, либо трех тест-показателей одного тест-объекта. Набор биотестов и тест-показателей должен экологически соответствовать региону исследования согласно приложениям А, Б и (Р 52.24.690).

4.7 В составе системы мониторинга ПВС режимные наблюдения и наблюдения в условиях ЧС по токсикологическим показателям методом биотестирования проводят по программам работ оперативно-производственных подразделений Росгидромета в соответствии с требованиями РД 52.24.309 – для поверхностных вод суши, РД 52.24.609 и РД 52.24.635 – для вод и донных отложений.

4.8 Результаты по оценке токсичности вод методом биотестирования в условиях ЧС, в зависимости от их масштаба, представляют в органы управления Единой государственной системы предупреждения и

ликвидации ЧС (РСЧС) соответствующего уровня (региональный, территориальный и местный, объектовый).

5 Основные принципы биотестирования поверхностных вод суши в условиях ЧС

5.1 В ходе биотестирования ПВС в условиях ЧС устанавливают:

- наличие либо отсутствие токсического действия отдельных проб воды;
- острое токсическое действие отдельных проб воды;
- кратность разбавления вод, снимающую ОТД, в случае его обнаружения;
- район экологического неблагополучия исследуемой акватории.

5.2 Экспрессное биотестирование ПВС проводят с использованием различных тест-объектов: инфузорий, коловраток, ракообразных, микроводорослей, макрофитов, а также природных популяций гидробионтов, отобранных из условно чистых (фоновых) участков исследуемого водного объекта.

5.3 Использование природных популяций гидробионтов имеет преимущества:

- гидробионты из исследуемого водного объекта исключают реакцию на физико-химические особенности воды, которая может иметь место у лабораторных культур гидробионтов;
- возможность прогнозирования состояния конкретных популяций гидробионтов в исследуемом регионе в связи с произошедшим загрязнением.

Использование природных популяций гидробионтов имеет недостатки:

- адаптация к слабому постоянному воздействию загрязнения на фоновом участке, если оно имеет идентичную природу с воздействием на загрязненном участке;
- заранее нельзя предвидеть, какие именно организмы можно будет выделить на фоновом участке исследуемого водного объекта.

5.4 Оптимальным является проведение одновременного биотестирования на природных популяциях гидробионтов и лабораторных культурах тест-объектов с известными характеристиками и известной чувствительностью к загрязняющим веществам (проверка пригодности культуры к биотестированию по эталонному токсиканту).

5.5 Наиболее важным показателем, на основе которого можно дать прогноз развития популяции, является размножение. Время получения результатов по показателю размножения на общепринятом тест-объекте *Daphnia magna* составляет 30 сут. В условиях ЧС информация должна быть оперативной, поэтому преимущество среди тест-объектов нужно отдать короткоциклическим тест-объектам: инфузориям, коловраткам, микроводорослям.

5.6 Экспрессное биотестирование ПВС проводят:

а) с использованием экспрессных тест-показателей:

- скорость потребления пищи организмами-фильтраторами инфузориями, коловратками в соответствии с РД 52.24.662 (раздел 10) и РД 52.24.670;

- скорость фотосинтеза растительных тест-объектов, А-Z-Ph-тест на микроводорослях в соответствии с Р 52.24.566;

- поведенческие реакции – хемотаксис в соответствии с приложением В.

б) с использованием тест-показателей:

- выживаемость или гибель на тест-объектах, экологически соответствующих исследуемому водному объекту; выживаемость на тест-объектах из представителей крупного рачкового планктона можно наблюдать визуально без микроскопирования в соответствии с РД 52.24.662, Р 52.24.690, Р 52.24.695;

- размножение, позволяющее при использовании короткоциклических тест-объектов (микроводоросли, инфузории, коловратки) в короткие сроки определить не только их выживаемость, но и размножение, и показывающее возможность сохранения популяции в соответствии с РД 52.24.662, Р 52.24.690, Р 52.24.695;

- комплекс показателей (выживаемость и размножение) в сопряженности со временем (24, 48, 72 ч), позволяющее при использовании короткоциклических гидробионтов (инфузории, коловратки) дать прогноз развития популяции в соответствии с Р 52.24.566, РД 52.24.662.

5.7 Длительность биотестирования (продолжительность экспозиции) зависит от жизненного цикла выбранного тест-объекта. Микроводоросли за сутки дают до 8 поколений, инфузории – до 4-6, коловратки – до 3.

5.8 В ходе биотестирования используют два контроля: дехлорированную водопроводную воду региона и воду из условно чистого (фоновый) участка исследуемого водного объекта.

5.9 Каждый биотест проводят не менее чем в трех повторностях.

5.10 Оценку токсичности ПВС проводят по набору биотестов (не менее трех). Например, с тест-объектами парамеции, коловратки, дафнии. Либо по двум тест-объектам (парамеции, дафнии) и нескольким тест-показателям одного из тест-объектов (хемотаксис и гибель парамеций).

5.11 Обязательным в условиях ЧС при обнаружении ОТД вод является определение кратности разбавления исследуемой пробы воды, снимающей токсическое воздействие. Кратность разбавления – 2; 10; 25; 50; 100 и 500 раз. Разбавление проводят водой, отобранной из фоновой створки, или отстаиванной дехлорированной водопроводной водой исследуемого региона.

5.12 Требования к порядку проведения и оценке результатов биотестирования проводят согласно РД 52.24.669.

6 Отбор, хранение и подготовка проб поверхностных вод суши для биотестирования

6.1 Пробы ПВС для биотестирования отбирают с учетом требований ГОСТ 17.1.5.05 и Р 52.24.566.

6.2 Объем пробы не менее 0,05 дм³ (при использовании в биотестировании тест-объектов из числа микрозоопланктона) и не менее 1,5 дм³ (при использовании микроводорослей и рачкового планктона).

6.3 Сосуды должны быть из материала, не содержащего токсичных примесей (полиэтиленовые емкости для пищевых продуктов, стеклянные баллоны и бутылки).

6.4 Сосуды необходимо маркировать.

6.5 Перед заполнением сосудов воду фильтруют через мельничный газ № 70-76 (для удаления природного планктона) и несколько раз ополаскивают сосуд. Заполняют водой полностью.

6.6 Анализ проб воды по определению токсичности проводят не позднее 6 ч после отбора проб.

6.7 В случае невозможности проведения исследований не позднее 6 ч после отбора пробы охлаждают до 4 °С или замораживают согласно РД 52.24.309 и хранят до 30 сут.

6.8 Консервирование проб химическими веществами не допускается.

6.9 Перед биотестированием измеряют концентрацию кислорода, значения рН (с целью дифференцирования токсического воздействия каких-либо загрязняющих веществ и измеренных значений рН и кислорода, если эти параметры не обеспечивают нормальной жизнедеятельности гидробионтов).

6.10 Пробу делят на две части для проведения биотеста на фильтрованной (пропущенной через бумажный фильтр для удаления взвешенных веществ) и нефильтованной воде.

7 Биотест по реакции хемотаксиса парameций

7.1 Принцип метода

Биотест по реакции хемотаксиса основан на способности зоопланктеров, в частности парameций, перемещаться в направлении или от источника химического воздействия. Хемотаксис положителен, если движение парameций направлено к источнику химического раздражителя (по градиенту его концентрации в воде), и отрицателен, если движение направлено от источника. Влияние исследуемой воды оценивают по количеству переместившихся особей.

ОТД исследуемой воды на парameций устанавливают за время экспозиции 2 часа.

Показателем реакции хемотаксиса служит среднее количество парameций, переместившихся в исследуемую воду.

Критерием ОТД является положительный хемотаксис, когда средний процент исходного количества тест-объектов, переместившихся в исследуемую воду, составляет не более 25 %.

7.2 Необходимые материалы, оборудование, реактивы

7.2.1 Культура парameций *Paramecium caudatum*. Описание основных характеристик вида, источники получения культуры и условий культивирования даны в приложениях Г и Д.

7.2.2 Микроскоп бинокулярный стереоскопический марки МБС по ГОСТ 8074-82.

7.2.3 Дрожжи пекарские сухие.

7.2.4 Пипетки выдувные капиллярные (пастеровские, укороченные с двух сторон или глазные с оттянутым носиком) по ГОСТ 29230-91.

7.2.5 Чашки Петри по ГОСТ 25336-82.

7.2.6 Фильтровальная бумага синяя лента.

7.2.7 Стаканы вместимостью 0,5-1,0 дм³ по ГОСТ 23932-90.

7.2.8 Вода дехлорированная водопроводная исследуемого региона.

7.3 Подготовка к биотестированию

Исходный материал для биотестирования получают за 1-3 сут до опыта. Для этого парameций пересаживают в чистые чашки Петри с дехлорированной водопроводной водой, в которую предварительно вносят корм (один-два кусочка сухих пекарских дрожжей размером 1 мм³ на одну чашку Петри).

Биотестирование проводят при комнатной температуре без смены воды в нестерильных условиях, в защищенном от прямого солнечного света месте.

7.4 Проведение биотестирования

Общий объем воды для биотестирования одной пробы воды 50 см³.

Для проведения токсикологического эксперимента в чашку Петри вносят каплю (0,1 см³) культуральной среды с парameциями. Под микроскопом марки МБС подсчитывают исходное количество парameций. Далее в эту же чашку Петри рядом с первой каплей вносят каплю исследуемой воды. С помощью пипетки делают перемычку из капли контрольной воды в исследуемую воду. Наблюдают за скоростью перехода парameций из исходной капли в опыт.

Используют два контроля: дехлорированную водопроводную воду исследуемого региона и воду из фоновое условно чистого участка исследуемого водного объекта.

Каждую пробу воды исследуют в трех повторностях с двумя контролями, т.е. необходимо 6 чашек Петри на одну исследуемую пробу. Постановку каждого варианта проводят через 5 мин, необходимых для учета исходного количества парameций в контрольной капле под бинокулярной лупой.

7.5 Регистрация реакции хемотаксиса

Регистрация реакции хемотаксиса основана на учете численности переместившихся парameций в каждом варианте. Для оценки реакции хемотаксиса учитывают количество особей, переместившихся из контрольной капли воды в исследуемую пробу воды.

Учет парameций ведут под бинокулярной лупой (увеличение 4x12,4) через 15, 30, 60, 120 мин.

7.6 Обработка результатов, расчеты и оценка токсичности воды

В таблицу Е.1 (приложение Е) заносят дату проведения биотестирования, номер пробы, номер повторности, количество парameций, переместившихся в исследуемую воду (в каждой повторности).

Результаты биотестирования оценивают по положительному хемотаксису, т.е. количеству парameций, переместившихся из контрольной воды в исследуемую.

В каждом варианте токсикологического эксперимента рассчитывают процент парameций, переместившихся в исследуемую воду. Затем подсчитывают средний процент переместившихся особей на основании результатов трех параллельных определений в контроле и в опыте.

Если количество переместившихся из контрольных вариантов в исследуемую воду парameций составляет не более 25 %, то воду оценивают как оказывающую ОТД.

Полученные результаты биотестирования заносят в таблицу Е.1 приложения Е.

7.7 Метрологическая характеристика метода

Диапазон перемещения парameций из контрольной в исследуемую воду в случае положительного хемотаксиса составляет от 0 % до 100 % с внутрилабораторной прецизионностью 25 %.

8 Биотест по выживаемости зоопланктеров

8.1 Принцип метода

Методика основана на оценке влияния исследуемой воды, отобранной из водных объектов, на зоопланктеров. Тест-объектами могут служить лабораторные культуры парameций, коловраток, дафний, цериодафний, а также природные популяции этих зоопланктеров, отобранные

из фоновых (условно чистых) участков водного объекта. Природные популяции используют в экспедиционных условиях при ЧС. Принципы биотестирования на природных популяциях в основном те же, что и на лабораторных культурах.

В случае ЧС оценивают ОТД пробы воды по изменению показателя выживаемости тест-объектов при экспозиции в исследуемой воде. Показателем выживаемости служит среднее количество тест-бъектов, выживших в исследуемой воде за время опыта.

Критерием ОТД является снижение выживаемости тест-объектов не менее чем на 50 % в исследуемой воде по сравнению с контролем. Выживаемость в контроле при этом должна быть не менее 90 %. Наблюдения за выживаемостью проводят через 15; 30; 60 мин, далее через каждый час. Продолжительность биотестирования 24 ч.

8.2 Необходимые материалы, оборудование, реактивы

8.2.1 Культура тест-объекта из представителей зоопланктеров (см. приложения А и Б).

8.2.2 Микроскоп бинокулярный стереоскопический марки МБС по ГОСТ 8074-82.

8.2.3 Пипетки выдувные капиллярные (пастеровские, укороченные с двух сторон или глазные с оттянутым носиком) по ГОСТ 29230-91.

8.2.4 Чашки Петри по ГОСТ 25336-82.

8.2.5 Стаканы вместимостью 0,5-1,0 дм³ по ГОСТ 23932-90.

8.2.6 Вода дехлорированная водопроводная исследуемого региона.

8.3 Проведение биотестирования

При использовании в качестве тест-объектов парамеций, коловраток берут по капле массовых культур этих зоопланктеров и помещают в чашку Петри. Фильтровальной бумагой отбирают излишки воды, добавляют 1 см³ исследуемой воды. Под микроскопом подсчитывают исходное количество парамеций. Через 15; 30; 60 и 120 мин подсчитывают количество выживших парамеций.

При использовании в качестве тест-объектов крупного рачкового планктона (дафнии, цериодафнии, симоцефалюсы), их отсаживают по 10 экземпляров в стаканы вместимостью 0,5- 1,0 дм³ и добавляют 0,5 дм³ исследуемой воды.

При использовании в качестве тест-объектов бокоплавов их отсаживают по 10 экземпляров в чашки Петри.

В качестве контроля используют воду фонового (условно чистого) участка, на котором отловлены используемые в качестве тест-объектов виды, и дехлорированную водопроводную воду исследуемого региона. В контроле выживаемость должна быть не менее 90 %.

Все варианты опыта и контроля ставят не менее, чем в трех повторностях. Общее количество организмов в опыте должно быть не менее 30.

8.4 Регистрация показателя выживаемости и оценка токсичности воды

В качестве тест-показателя токсичности используют выживаемость тест-объектов. Количество живых зоопланктеров регистрируют через 15; 30; 60; 120 мин и через 24 ч.

ОТД исследуемой воды на зоопланктеров устанавливают при кратковременном биотестировании (24 ч). Критерием токсичности служит процент от контроля выживших тест-объектов (при расчете по средним значениям всех повторностей). В случае выживаемости не более 50 % тест-объектов от контроля исследуемую воду оценивают как оказывающую ОТД.

Выживаемость в контроле должна быть не менее 90 % от исходного количества зоопланктеров. В случае значения выживаемости тест-объектов в контроле ниже 90 % токсикологический эксперимент проводят на другой популяции тест-объектов.

Результаты заносят в таблицу Е.2 приложения Е.

9 Определение кратности разбавления воды, снимающего острое токсическое действие воды

9.1 Биотест при разбавлении воды, снимающей ОТД

В случае обнаружения ОТД необходимо выявить кратность разбавления исследуемой воды, которая снимает токсическое действие.

Кратность разбавления – 2; 10; 25; 50; 100; 500 раз. Разбавление проводят водой, отобранной из фоновоего створа, или отстаиванной де-хлорированной водопроводной водой исследуемого региона.

Биотестирование проводят согласно разделам 7 и 8.

9.2 Оценка токсичности воды на основе кратности разбавления пробы

В случае ЧС и при оперативных работах токсическое состояние оценивают на конкретный момент времени исследования. В этом случае при установлении ОТД воды находят кратность разбавления исследуемой воды, при которой токсичность не проявляется.

Оценку токсичности воды и экотоксикологического статуса водного объекта или его участка с точки зрения благополучия водной экосистемы проводят согласно шкале таблицы 1.

Таблица 1 - Шкала оценки токсичности и экотоксикологического статуса водного объекта или его участка [5]

Кратность разбавления	Класс токсичности	Экотоксикологический статус
До 1 : 1 включ.	0 Нетоксичная	Чистая
Св. 1 : 1 до 1 : 25 включ.	1 Слабо токсичная	Олиготоксичная
" 1 : 25 " 1 : 50 "	2 Умеренно токсичная	Бета-мезотоксичная
"1 : 50 " 1 :100 "	3 Остро токсичная	Альфа-мезотоксичная
" 1 : 100 " 1:500 "	4 Весьма токсичная	Политоксичная
"1 : 500"	5 Чрезвычайно токсичная	Гипертоксичная

Результаты биотестирования заносят в таблицу Е.3 приложения Е.

10 Оценка токсичности воды методом биотестирования с использованием набора биотестов

10.1 Оценку токсичности исследуемой воды проводят по набору биотестов (см. 5.10). Использование набора биотестов с разными по чувствительности тест-объектами и тест-показателями увеличивает вероятность обнаружения токсичности исследуемой воды.

10.2 Итоговая оценка токсичности ПВС является экспертной. Окончательную оценку проводят по тест-объекту и тест-показателю, проявившему наибольшую чувствительность к воздействию исследуемой воды.

10.3 Токсичность воды оценивается словесно: «оказывает» или «не оказывает острое токсическое действие».

11 Требования безопасности, охраны окружающей среды

11.1 При выполнении работ следует соблюдать общие требования к безопасности на водных объектах и в химических лабораториях, установленные в национальных стандартах и соответствующих нормативных документах.

11.2 Особых требований по экологической безопасности не предъявляется.

12 Требования к квалификации оператора

К выполнению экспериментальных работ по оценке токсичности ПВС методом экспрессного биотестирования допускаются лица, имеющие биологическое, экологическое образование, знакомые с основами водной токсикологии, методами полевых и лабораторных гидробиологических исследований.

Приложение А (рекомендуемое)

Экологические характеристики гидробионтов, используемых в качестве тест-объектов при биотестировании

Таблица А.1 - Наименование гидробионтов, используемых в качестве тест-объектов, в связи с их экологическими особенностями

Наименование гидробионтов	Экологические характеристики							
	Пресноводные	Солоноватоводные	Теплолюбивые	Холодолюбивые	Олигосапробы	Мезосапробы	Ацидофилы	Алкофиллы
PROTOZOA (Простейшие):								
<i>Paramecium caudatum</i>	+	+				+		+
<i>Paramecium putrinum</i>	+	+				+		
<i>Tetrachimena pyriformis</i>	+	+				+	+	+
<i>Colpidium</i> sp.	+					+		
<i>Stylonichia mytilus</i>	+					+		
<i>Euplotis harpa</i>		+			+			
<i>Euplotis vannus</i> (бентический, морской)		+		+				
<i>Cristira</i> sp. (бентический)		+		+				
<i>Uronema marinum</i> (бентический)		+		+				
<i>Pavella</i> sp. (пелагический)		+		+	+			
<i>Balanoin</i> sp. (пелагический)		+		+	+			
ROTATORIA (Коловратки):								
<i>Brachionus calyciflorus</i>	+		+				+	+
<i>Brachionus rubens</i>	+		+	+				+
<i>Brachionus plicatilis</i>		+	+				+	+
<i>Philodina roseola</i>	+		+				+	
<i>Pilodina acuticornis odiosa</i>	+		+				+	
CRUSTACEA (Ракообразные):								
<i>Daphnia magna</i>	+		+			+		
<i>Moina macrocopa</i>	+		+			+		
<i>Bosmina longirostris</i>	+		+	+	+			
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	+		+			+		
<i>Artemia salina</i>		+				+		

Окончание таблицы А.1

Наименование гидробионтов	Экологические характеристики							
	Пресноводные	Солоноватоводные	Теплолюбивые	Холодолюбивые	Олигосапробы	Мезосапробы	Ацидофилы	Алкофиллы
MOLLUSCA (Моллюски):								
<i>Lymnaea stagnalis</i>	+		+					
<i>Anadonta</i> sp.	+		+					
<i>Dreissena</i> sp.	+	+	+	+				
<i>Crassostrea virginica</i> устрицы		+	+	+		+		+
<i>Ostrea iridescens</i> устрицы		+	+			+		+
<i>Mytilus galloprovincialis</i> мидии		+	+			+		+
<i>Mytilus edulis</i> мидии		+	+			+		+
<i>Mya arenaria</i>		+	+			+		+
<i>Mytilaster</i> sp.		+	+			+		+
<i>Patella vulgata</i>		+	+			+		+
<i>Rapana tomassina</i>		+	+	+		+		+
OLIGOCHEATA (малощетинковые черви)								
<i>Aelosoma hemprichi</i>	+		+				+	
INSECTA (Насекомые):								
<i>Chironomus plumosus</i>	+		+	+				+
Примечание – Знаком «+» обозначено наличие указанных экологических особенностей гидробионтов.								

Приложение Б (рекомендуемое)

Гидробионты, используемые в качестве тест-объектов, и методы учета популяционных характеристик

Таблица Б.1 - Наименование гидробионтов и методы учета популяционных характеристик

Тест-объект	Метод учета	
	Молодь (ювенильные особи)	Гибель (отмершие особи)
PROTOZOA (Простейшие) родов Paramecium, Tetrachimena, Colpidium, Stylonichia	Микроскопирование: -индивидуальные линии -подсчет численности	Микроскопирование: подсчет количества погибших особей
ROTATORIA(Коловратки) Brachionus calyciflorus, B. rubens, B.plicatilis, Philodina roseola, P. Acuticornis	Микроскопирование: -индивидуальные линии - подсчет молодежи	То же
CRUSTACEA (Ракообразные) Daphnia magna, Moina macroscopa, Ceriodaphnia reticulata, Artemia salina	Визуально: - поведение - подсчет молодежи	Визуально подсчет количества погибших особей
OLIGOCHEATA (Малощетинковые черви) Aelosoma hemprichi	Визуально: - поведение - наличие кладок	То же
Mollusca (Моллюски) Lymnaea stagnalis, Anadonta sp., p.Mytilis, p. Dreissena	Визуально: - количество кладок - количество молодежи	"_"
Рыбы Poecilia reticulata, Brachydanio rerio	Визуально: количество молодежи	"_"
Insecta (Насекомые) Chironomus plumosus	Визуально: наличие коконов	"_"

Приложение В (справочное)

Хемотаксис

В.1 Хемочувствительность биоты возникла в истории жизни на Земле очень давно. С самого начала эволюции прокариоты были погружены в водную среду. Способность реагировать на химический состав среды была критичной для выживания. Хемотаксис - двигательные реакции свободно передвигающихся растительных и простейших животных организмов, а также клеток (зооспор, сперматозоидов, лейкоцитов и др.) под влиянием химических раздражителей. Хемотаксис может быть положительным — движение направлено к источнику химического раздражителя (по градиенту его концентрации в воздухе или воде), и отрицательным — движение направлено от источника. Явление хемотаксиса известно для ряда микроорганизмов и беспозвоночных животных.

В.2 Для возникновения хемотаксисов необходимо в среде создать градиент (неоднородность распределения) химического вещества, чтобы организм мог выбрать направление уменьшения вредного воздействия. Характеристиками таксиса служит концентрация организмов в исследуемой зоне через определенное время, которая измеряется оптическими приборами (бинокулярная лупа) (см. рисунок В. 1)

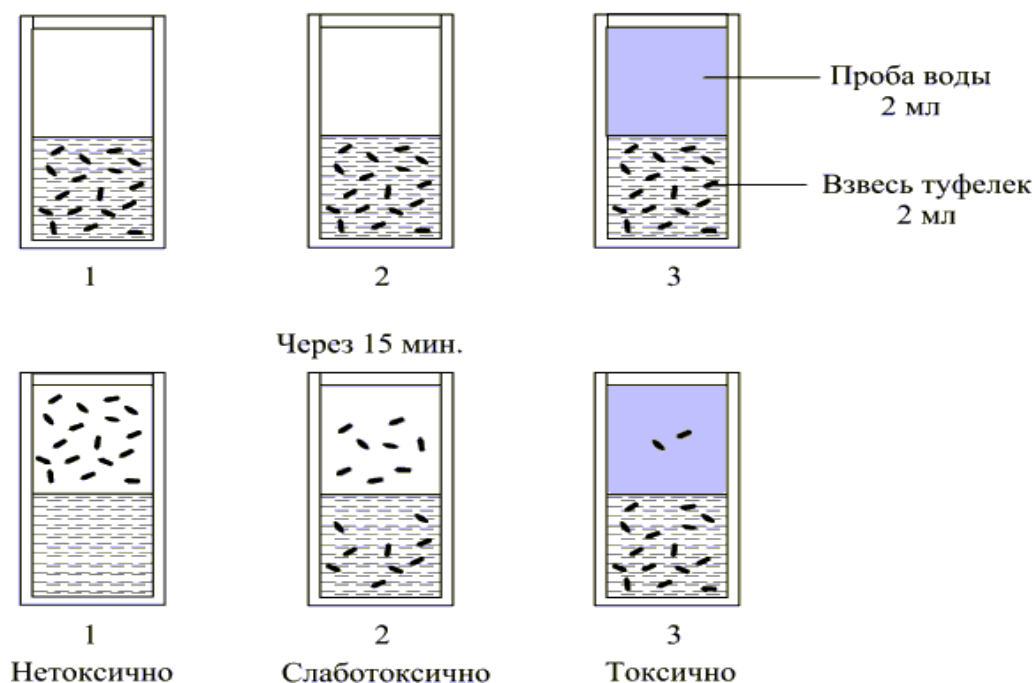


Рисунок В. 1 – Реакция хемотаксиса на примере парамеций (туфелек) [2]

Приложение Г (справочное)

Характеристика тест-объекта инфузории *Paramecium caudatum*

Г.1 Систематическое положение

Тип - Ciliophora, подтип - Ciliata, класс - Oligohymenophora, отряд - Hymenostomatida, подотряд - Peniculina, род - *Paramecium*, вид – *Paramecium caudatum* Ehrenberg, 1838 (в дальнейшем – парамеция).

Инфузории данного вида как тест-объект обладают рядом достоинств: высокая чувствительность к токсикантам, короткий жизненный цикл, высокая скорость размножения, сочетание признаков эукариотной клетки и организма, ярко выраженные таксисы, достаточно широкая толерантность по отношению к температуре и солености, простота содержания в лабораторных условиях.

Г.2 Местообитание

P. caudatum – свободноживущая широко распространенная ресничная инфузория. Предпочитает альфа-мезосапробные условия, близкие к нейтральному значению pH=6,5-7,5, температурный оптимум в пределах 24-28 °С. Обитает в пресных водоемах.

Г.3 Морфология, биология

Парамеции – наиболее сложно организованные простейшие, очень чувствительные к изменению химического состава среды. Парамеции, представляющие собой одноклеточные организмы. Имеют сигарообразное или веретенообразно вытянутое в поперечном сечении округлое тело. Ресничный покров густой, равномерный. Сзади чуть удлиненный. Длина тела составляет 180-300 мкм [6]. Клетка парамеций содержит два типа ядер: вегетативное и генеративное. Размножаются парамеции либо поперечным делением клеток (бесполое размножение), либо половым путем, носящим характер конъюгации. Клетки делятся 1-2 раза в сутки.

Приложение Д

(справочное)

Получение исходного материала и содержание парameций в лабораторных условиях

Д.1 Получение исходного материала для культуры парameций

Получить исходный материал для культуры парameций можно в институтах и учреждениях, занимающихся биотестированием с использованием парameций (в том числе в ГХИ). Обычно этот вид встречается в местных водоемах, поэтому можно самостоятельно вырастить культуру парameций.

Выделяют парameций из природных вод методом концентрирования [7]. Для этого из водоема отбирают пробу воды объемом 5 л. Затем путем фильтрации ее через мембранный фильтр с размером пор 3-5 мкм получают концентрированную пробу объемом 0,04 дм³. Полученный концентрат пробы сливают в стакан. Затем осадок с фильтра смывают полученным концентратом в чашки Петри. Высота слоя воды в чашке составляет 0,5-0,8 см. В чашки Петри добавляют корм – сухие пекарские дрожжи (один-два кусочка размером 1 мм³). Полученные пробы оставляют на 1-3 сут. Часто уже через сутки начинается массовое развитие разных видов микрозоопланктона. В лаборатории специалист определяет нужный вид инфузорий (парameций) под микроскопом. Заранее подготовленные чашки Петри наполняют дехлорированной водопроводной водой и в них переносят парameций с помощью капиллярной пипетки. Такую пипетку используют в дальнейшем при пересадке инфузорий. Начальная плотность размещения парameций - 5-10 особей на одну чашку Петри. В течение 1-3 сут инфузорий адаптируют к лабораторным условиям и используют полученную культуру как исходную.

Д.2 Содержание культуры, кормление

Культуру инфузорий выращивают в климатостате, боксе или в любом помещении, не содержащих токсических паров или газов. Оптимальная температура для культивирования и биотестирования (22±2) °С. Дополнительного освещения не требуется. Не допускается освещать парameций прямыми солнечными лучами. Стекланную посуду для содержания инфузорий моют водопроводной водой, нельзя использовать для мытья синтетические моющие средства и органические растворители. В помещении, в котором находится культура парameций, не хранят летучие вещества и не работают с ними.

Для культивирования парameций используют водопроводную дехлорированную воду или природную воду из незагрязненного водоема.

Вода для культивирования должна удовлетворять следующим требованиям: рН от 6,5 до 7,5, жесткость общая 3-4 ммоль/л. концентрация растворенного кислорода не менее 6,0 мг/л.

Оптимальная плотность культуры 10-20 особей на 1 см³ воды. Один раз в 7-10 сут культуру пересевают. Чтобы обеспечить стандартные условия культивирования, поддерживающие культуру парameций в стационарной фазе роста.

В качестве корма для парameций используют сухие пекарских дрожжей. Для содержания парameций в одной чашке Петри достаточно 1-2 кусочков сухих пекарских дрожжей размером 1мм³.

Д.3 Транспортировка культуры

Культуру парameций транспортируют в пробирках, не допуская перегрева и переохлаждения. Хранить ее без посева можно в холодильнике при температуре от 8 °С до 10 °С в течение 2-3 нед. Период акклимации к лабораторным условиям составляет 24 ч.

Приложение Е (обязательное)

Формы представления результатов биотестирования

Е.1 Форма результатов биотестирования исследуемой воды по реакции хемотаксиса *Paramecium caudatum*

Таблица Е.1 – Результаты биотестирования исследуемой воды по реакции хемотаксиса *Paramecium caudatum* на территории деятельности подразделения Росгидромета _____

Наименование		Дата		Номер пробы	Положительный хемотаксис, %	Оценка токсичности воды
Водного объекта	Пункта наблюдений	Отбора пробы	Проведения биотестиро- вания			
1	2	3	4	5	6	7
П р и м е ч а н и е - В графе 7 пишут: «Оказывает острое токсическое действие» или «Не оказывает острое токсическое действие».						

Е.2 Форма результатов биотестирования исследуемой воды по показателю выживаемости зоопланктеров

Таблица Е.2 – Результаты биотестирования исследуемой воды по показателю выживаемости _____ на территории _____ вид зоопланктера
деятельности подразделения Росгидромета _____

Наименование		Дата		Номер пробы	Выживаемость, % от контроля	Оценка токсичности воды
Водного объекта	Пункта наблюдений	Отбора пробы	Проведения биотестирования			
1	2	3	4	5	6	7
П р и м е ч а н и я 1 В наименовании таблицы указывают вид использованного в качестве тест-объекта зоопланктера (парамеции, коловратки, дафнии, симоцефалюсы и т.д.). 2 В графе 7 пишут: «Оказывает острое токсическое действие» или «Не оказывает острое токсическое действие».						

Е.3 Форма результатов биотестирования по кратности разбавления исследуемой воды, снимающей острое токсическое действие

Таблица Е.3 – Результаты биотестирования по кратности разбавления исследуемой воды, снимающей острое токсическое действие, на территории деятельности подразделения Росгидромета _____

Наименование		Дата					
Водного объекта	Пункта наблюдений	Отбора пробы	Проведения биотестирования				
1	2	3	4	5	6	7	8
П р и м е ч а н и е - В графе 8 пишут: «Оказывает острое токсическое действие» или «Не оказывает острое токсическое действие».							

Библиография

- [1] Константинов А.С. Общая гидробиология. - М.: Высшая школа, 1986. 470 с.
- [2] Методика определения токсичности почвы и донных осадков по хемотаксической реакции инфузорий. - М., 1998. 22 с.
- [3] Федеральный закон РФ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.94 № 68-ФЗ.
- [4] Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). – М.: Госкомприрода СССР, 1991.
- [5] Брагинский Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности // Гидробиологический журнал. - 1985. - № 6, Т. 21. С. 65-74.
- [6] Банина Н.Н. Тип Инфузории //Фауна аэротенков. Атлас. – Л.: Наука, Ленингр., 1984. С.136-186.
- [7] Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Гидробионты в оценке качества вод. - М.: Наука, 2006. 238 с.

РЕКОМЕНДАЦИИ

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (В СЛУЧАЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ)

Введение

Концепция анализа и оценки экологической опасности (ЭО) и экологического риска (ЭР) - сравнительно новая область науки об окружающей среде. Методико-методологические принципы таких оценок все еще недостаточно разработаны.

Понятие ЭР связано с вероятностными критериями, и оценки ЭР вследствие неопределенности экономических прогнозов весьма проблематичны. Оценка ЭО, связанная с угрозой деградации экосистемы водного объекта вследствие антропогенного загрязнения является более определенной задачей, которая может быть решена на основе использования данных, получаемых в ходе режимного мониторинга и оперативных работ в случаях чрезвычайных ситуаций.

Для Российской Федерации оценка ЭО загрязнения водных объектов весьма актуальна из-за постоянного роста антропогенной нагрузки на водные объекты, снижения или потери их хозяйственного значения в результате техногенного загрязнения и истощения водных ресурсов. Ежегодно на водных объектах России регистрируются десятки случаев высокого и экстремально высокого загрязнения, часть которых связана с авариями и чрезвычайными ситуациями природного или техногенного характера. Таким образом, назрела необходимость разработки и использования практических подходов к оценке ЭО загрязнения водных объектов. При этом главные усилия должны быть направлены на оценку ЭО загрязнения токсичными и особо опасными химическими веществами, т.е. токсического загрязнения.

Наибольшую ценность для практики представляют количественные методы и подходы к оценке опасности токсического загрязнения. Анализ материалов по проблеме ЭО показывает, что для получения количественных характеристик ЭО могут быть использованы самые разные расчеты по параметрам химических и биологических показателей состояния и загрязненности водной экосистемы. Эти показатели, характеризующие различные внутриводоемные процессы, могут быть в конечном итоге приведены к критериям оценки по уровню загрязненности с выделением загрязнения токсичными и особо опасными веществами.

Целью настоящих рекомендаций является оценка ЭО загрязнения ПВС токсичными химическими веществами на основе использования результатов наблюдений и оперативных работ при чрезвычайных и ава-

рийных ситуациях, вследствие которых происходит высокое загрязнение водной экосистемы. Рекомендации разработаны на основе результатов многолетних исследований Гидрохимического института в области разработки методов анализа и оценки загрязненности пресноводных экосистем по химическим и биологическим показателям с привлечением разработок других учреждений, апробированных авторами.

Внедрение разработанных Рекомендаций в сетевые подразделения Росгидромета позволит специалистам оперативно-производственных подразделений Росгидромета, осуществляющих организацию и проведение наблюдений за состоянием поверхностных вод суши, используя имеющиеся данные, получать дополнительную информацию об опасности загрязнения водных объектов токсичными химическими веществами и негативных последствиях загрязнения вплоть до состояния крайней степени экологического неблагополучия - экологического бедствия. Представление такой информации в административные органы будет способствовать реализации мер по сохранению и реабилитации водных экосистем.

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши химическими веществами при чрезвычайных ситуациях.

Рекомендации предусматривают использование химических и биологических (гидробиологических и токсикологических) показателей для оценки экологической опасности загрязнения токсичными химическими веществами при чрезвычайных ситуациях, вследствие которых происходит высокое и экстремально высокое загрязнение водной экосистемы.

Рекомендации предназначены для организаций наблюдательной сети Росгидромета, осуществляющих проведение наблюдений за состоянием поверхностных вод суши и, а также могут использоваться специалистами в области мониторинга пресноводных экосистем других ведомств.

2 Нормативные ссылки

Р 52.24.566-94 Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем

РД 52.24.635-2002 Методические указания. Проведение наблюдений по оценке токсического загрязнения донных отложений на основе биотестирования

РД 118.02-90 Методическое руководство по биотестированию воды

РД 52.24.633-2002 Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем

РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

Р 52.24.734-2010 Рекомендации. Организация и проведение наблюдений за состоянием и изменением качества поверхностных вод в чрезвычайных ситуациях

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих рекомендациях использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 аварийная ситуация на водном объекте: Ситуация, сложившаяся на водном объекте или участке водного объекта в результате аварийного сброса сточных вод или других аварий, которые привели к высокому химическому загрязнению.

3.1.2 аварийный сброс сточных вод: Сброс сточных вод с превышением проектных или установленных допустимых норм по расходу воды или по содержанию в ней одного или нескольких загрязняющих веществ.

3.1.3 аккумуляция веществ в водных объектах: Процесс накопления в водных объектах минеральных, органических веществ (воды, солей, загрязняющих веществ, биомассы гидробионтов, продуктов выделения и распада гидробионтов, продуктов эрозии и абразии и др.) в результате геологических, физических, химических и биологических процессов и хозяйственной деятельности человека [1].

3.1.4

биологическая индикация воды (биоиндикация): Оценка качества воды по наличию водных организмов, являющихся индикаторами ее загрязненности.

[ГОСТ 27065-86, статья 38]

3.1.5 биологические показатели: Гидробиологические показатели и показатели, полученные при биотестировании.

3.1.6

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

[ГОСТ 27065-86, статья 39]

3.1.7 биотест: Совокупность приемов получения информации о токсичности воды (донных отложений) для гидробионтов на основании регистрации реакций тест-объекта [Р 52.24.566].

3.1.8 визуальные наблюдения: Метод определения состояния водного объекта путем непосредственного осмотра его [1].

3.1.9

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

[ГОСТ 19179-73, статья 6]

3.1.10

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

[ГОСТ 19179-73, статья 18]

3.1.11

водопользование: Использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 11]

3.1.12

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

[ГОСТ 19179-73, статья 15]

3.1.13

вторичное загрязнение вод: Загрязнение вод в результате превращения внесенных ранее загрязняющих веществ, массового развития организмов или разложения мертвой биологической массы.

[ГОСТ 27065-86, статья 14]

3.1.14 высокозагрязненные воды: Воды с повышенным содержанием одного или нескольких загрязняющих веществ, исключаям или существенно ограни

3.1.15 гидробионты: Все живые организмы, животные и растительные, развивающиеся и существующие в воде и донных отложениях водоемов и водотоков [1].

3.1.16 гидробиологические показатели качества воды: Показатели качества воды, определяемые гидробиологическим анализом [1].

3.1.17 гидробиологический анализ: Анализ и оценка качества воды по состоянию гидробионтов.

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

3.1.19

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

[ГОСТ 27065-86, статья 13]

3.1.20

загрязненность вод: Содержание загрязняющих воду веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды.

[ГОСТ 27065-86, статья 15]

3.1.21

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

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 40]

3.1.22 зона высокозагрязненных вод: Участок водного объекта с высокозагрязненными водами.

3.1.23 зона экологического бедствия: Территория с неблагоприятным состоянием естественных экосистем (деградацией экосистем), которая характеризуется стойким ухудшением показателей качества окружающей среды и здоровья населения в результате длительного и интенсивного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, и которой в установленном порядке присвоен статус зоны экологического бедствия [2].

3.1.24 зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайных ситуаций на водных объектах: Водные объекты и речные бассейны, в которых в результате техногенных и природных явлений происходят изменения, представляющие угрозу здоровью или жизни человека, объектам животного и растительного мира, другим объектам окружающей среды [3].

3.1.25

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

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 4]

3.1.26 макрозообентос: Организмы, обитающие на поверхности грунта и в толще его с размерами крупнее 2 мм [4].

3.1.27 морфометрические характеристики водного объекта: Параметры размеров, площади акватории, глубин и т.д.

3.1.28 острое токсическое действие (острая токсичность): Отклик организма на токсическое воздействие, который проявляется за относительно короткий период времени (от нескольких минут до нескольких суток) [РД 52.24.635].

3.1.29 перифитон (обрастания): Организмы, обитающие на плотных субстратах за пределами придонного слоя воды; в ряде случаев четкую границу между донными организмами и перифитоном провести трудно (это обрастания скал, откосов каналов и т.п.) [4].

3.1.30 результат биотестирования: Конечный вывод о токсичности водной среды, установленный при биотестировании.

3.1.31

самоочищение вод: Совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта.
[ГОСТ 27065-86, статья 19]

3.1.32 **сообщество водных организмов:** Совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов водных организмов в пределах естественно ограниченного жизненного пространства.

3.1.33

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]

3.1.34 **тест-объект:** Организм, который используют при биотестировании (водоросли, дафнии и т.д.) [Р 52.24.566].

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

3.1.36 **токсичность воды (донных отложений):** Свойство воды (донных отложений) вызывать патологические изменения или гибель организмов, обусловленное присутствием в ней токсичных веществ [РД 118.02].

3.1.37 **токсичные загрязняющие вещества:** Загрязняющие вещества, обладающие свойством токсичности.

3.1.38 **токсическое загрязнение:** Загрязнение воды водоемов и водотоков токсичными веществами.

3.1.39 **фоновый створ:** Створ, расположенный выше аварийного сброса на расстоянии, исключающем влияние этого сброса.

3.1.40 **чрезвычайная экологическая ситуация:** Экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды и представляющее угрозу для здоровья населения [2].

3.1.41 **экологическая опасность:** Угроза наступления негативных для экосистемы водного объекта изменений вплоть до его деградации как экосистемы и ресурса вследствие антропогенного воздействия.

3.1.42 **экологическое бедствие:** Состояние экологического неблагополучия, характеризующееся глубокими необратимыми изменениями состояния окружающей среды и существенным ухудшением здоровья населения.

3.1.43

экологическое благополучие водного объекта: Нормальное воспроизведение основных звеньев экологической системы водного объекта.
[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 46]

3.1.44 **экологический риск:** Вероятность неблагоприятных для окружающей среды, экологических ресурсов и экосистем, определенных

территорий последствий антропогенных воздействий, которые сопровождаются ухудшением состояния природной среды и деградацией экосистем [5].

3.1.45 **ЛК₅₀**: Параметр токсичности химического вещества, рассчитанный как концентрация, приводящая к гибели 50 % выборки тест-организмов в токсикологическом эксперименте.

3.2 В настоящих рекомендациях применены следующие сокращения:

БПК₅ – биохимическое потребление растворенного кислорода содержащимися в воде органическими веществами в течение 5 сут;

ВЗ - высокое загрязнение;

ГХЦГ – гексахлорциклогексан;

ДДТ – дихлордифенилтрихлорэтан;

ЕС –Европейский Союз

ЕД ОЛТ – единица острой летальной токсичности;

ЗВ – загрязняющие вещества;

КДА – коэффициент донной аккумуляции;

КО – класс опасности;

ОТД – острое токсическое действие;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

рН – показатель реакции среды (логарифм концентрации ионов водорода);

РФ – Российская Федерация;

СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества;

ХПК – химическое потребление кислорода;

ХТД – хроническое токсическое действие;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭВЗ – экстремально высокое загрязнение;

ЭО – экологическая опасность;

ЭР – экологический риск.

4 Общие положения

В настоящих рекомендациях опасность токсического загрязнения, связанная с чрезвычайными ситуациями (ЧС), рассматривается как один из видов экологической опасности (ЭО). По современным представлениям, ЭО является угрозой негативных для экосистемы водного объекта изменений вплоть до деградации его экосистемы и потери как ресурса вследствие антропогенного воздействия (в соответствии с приложением А).

Для оценки опасности токсического загрязнения необходимо решить следующие основные задачи:

- оценить воздействие на экосистему, установить общий уровень загрязненности водного объекта и уровень загрязненности токсичными химическими веществами;

- выявить и оценить влияние загрязнения на сообщества водных организмов (гидробионтов);
- выявить возможные признаки экологического неблагополучия водного объекта, характерные для чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия.

4.1 Влияние химического загрязнения на водные организмы

На живые организмы химические вещества оказывают различные воздействия. К основным типам негативного воздействия относят токсическое, канцерогенное, тератогенное, сапробное, эвтрофирующее и другие виды воздействия.

Токсическое действие оказывают яды любого типа, негативно влияющие на функции дыхания, сердечно-сосудистую систему, размножение, питание, а также обладающие нервно-паралитическим и раздражающим действием. Канцерогенное действие оказывают вещества, вызывающие развитие опухолей, тератогенное действие - вещества, вызывающие появление уродств. Сапробное действие приводит в водных экосистемах к разложению органических соединений, что сопровождается снижением концентрации растворенного в воде кислорода, появлением слизистых обрастаний из грибов, бактерий, появлением колониальных форм инфузорий. Эвтрофирующее действие оказывают соединения биогенных элементов (азота, фосфора, калия и др.). Соответственно вещества, поступающие в водный объект в результате ЧС, по преобладающему вредному воздействию подразделяются на токсичные, канцерогенные, тератогенные, сапробные, эвтрофирующие.

Химические вещества, входящие в состав загрязнения, определяют характер негативного воздействия на гидробионтов. В случае ЧС, вызванной аварийным сбросом сточных вод или другими авариями, которые привели к высокому загрязнению вод, наиболее быстро проявляется результат токсического действия на водные организмы. В связи с этим первоочередной задачей является выявление именно этого вида негативного влияния загрязнения водного объекта.

4.2 Классы опасности химических веществ (для рыбохозяйственных водоемов)

Для оценки опасности токсического загрязнения необходимо знать, к какому классу опасности (КО) относятся вещества, вызвавшие высокое загрязнение воды. Эта информация нужна для определения приоритетов в выполнении работ по оценке опасности, расчетов уровней токсического загрязнения, и в дальнейшем для разработки мер по защите и реабилитации водного объекта после ЧС.

Отнесение химических веществ к тому или иному КО основано на анализе различных свойств этих веществ: характера и скорости трансформации в окружающей среде, стабильности, токсичности и др. В приложении Б приведены КО химических веществ, установленные для рыбохозяйственных водоемов.

5 Принципы оценки опасности токсического загрязнения ПВС при ЧС

5.1 Опасность токсического загрязнения в случаях ЧС оценивают по имеющимся результатам обследования участка водного объекта и сравнении их с ретроспективными данными по химическим и биологическим показателям.

5.2 Опасность устанавливают по следующим признакам:

- наличию высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ) водного объекта;
- высокому уровню токсического загрязнения воды водного объекта;
- высокому уровню загрязненности донных отложений водного объекта;
- наличию признаков экологической опасности загрязнения металлами с учетом трофности водного объекта;
- крайне негативным изменениям в сообществах водных организмов и признакам высокого уровня загрязненности по данным биоиндикации;
- признакам токсического загрязнения по результатам визуального осмотра участка водного объекта;
- признакам токсического загрязнения по результатам обработки «живых» (неконсервированных) гидробиологических проб;
- токсическому действию на гидробионтов при биотестировании воды и донных отложений.

-крайним степеням экологического неблагополучия (признакам чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия) в состоянии водной экосистемы, выявляемым по комплексу химических, гидробиологических и биотестовых показателей.

5.3 Допускается использовать не все перечисленные признаки, но они должны включать данные по химическим показателям, данные биоиндикации и биотестирования. При этом данные должны отвечать следующим требованиям:

- охватывать основные элементы водной экосистемы с учетом морфометрических характеристик участка водного объекта (мелководные зоны, поверхностные горизонты, водную толщу, придонные горизонты, донные отложения);
- отображать влияние загрязненных вод на состояние гидробионтов-представителей основных трофических уровней водной экосистемы.

Соблюдение этих требований особенно важно для случаев ЧС на трансграничных водных объектах, поскольку от результатов оценки зависит однозначность установления опасности загрязнения для водо-

пользователей, необходимости выявления источника загрязнения и принятия мер по ликвидации или минимизации последствий ЧС с участием всех заинтересованных сторон.

Перечень используемых данных зависит от особенностей аварийной ситуации на водном объекте: местоположения поступления, загрязняющие вещества (ЗВ) в водный объект (водосбор, литораль, профундаль), масштаба зоны распространения загрязнения, компонентного состава загрязнения и т.д.

6 Критерии оценки опасности токсического загрязнения

6.1 Для оценки опасности токсического загрязнения используют результаты выполненных работ с использованием химических и биологических методов анализа воды и донных отложений, для которых установлены количественные параметры уровней загрязненности или степени экологического неблагополучия водного объекта или участка, где произошла ЧС.

6.2.Оценку опасности токсического загрязнения по химическим показателям рекомендуется проводить по:

- критериям ВЗ и ЭВЗ;
- критериям высокого уровня токсического загрязнения воды;
- критериям высокого уровня загрязненности донных отложений;
- показателям ЭО с учетом трофности.

6.3 Оценку опасности токсического загрязнения по биологическим показателям рекомендуется проводить путем:

- биоиндикации состояния сообществ водных организмов;
- биотестирования токсичности воды и донных отложений.

7 Створы наблюдений

Используют данные по створам, где проводилось отбор проб на химический и биологический анализ в связи с ЧС.

Створы по возможности следует приурочивать к створам систематических гидрологических, гидрохимических и гидробиологических наблюдений.

К контрольным створам наблюдения, согласно Р 52.24.734 относят:

- фоновый створ выше аварийного сброса, расположенный на расстоянии, исключающем влияние произошедшего аварийного сброса;
- непосредственно место аварийного сброса (если аварийный сброс продолжается в текущий момент);
- створы наблюдения в 1 км выше створов питьевых водозаборов;
- створы, расположенные на расстоянии примерно суточного пробега масс речной воды до створов питьевых водозаборов (если по

характеристикам времени перемещения зоны высокозагрязненных вод имеется такая возможность);

- створы, расположенные на расстоянии примерно суточного пробега до крупных населенных пунктов, в которых отсутствуют организованные питьевые водозаборы (если по характеристикам времени перемещения зоны высокозагрязненных вод имеется такая возможность);

- ближайшие к аварийному сбросу створы систематических или эпизодических наблюдений на водном объекте, в которых возможно определение исходных характеристик зоны высокозагрязненных вод.

Дополнительные контрольные створы устанавливаются на участках массовой гибели рыбы и других гидробионтов согласно Р 52.24.734.

8 Общие требования к порядку выполнения работ

8.1 Для оценки опасности токсического загрязнения при ЧС на водном объекте необходимо иметь сведения:

- о состоянии участка водного объекта, предшествующем ЧС;
- о составе загрязнения, ЗВ их химической природе и свойствах, продолжительности и масштабах воздействия ВЗ;
- о влиянии ЧС на состояние сообществ водных организмов.

В этой связи рекомендуется собрать следующую информацию:

- ретроспективную и текущую гидрохимическую информацию по участку водного объекта, где произошла ЧС (по гидрохимическому режиму, химических веществах, обусловивших высокое загрязнение, данные визуального осмотра участка, продолжительности воздействия ЗВ);
- ретроспективную и текущую гидробиологическую информацию по состоянию сообществ фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса (по численности, биомассе, биоразнообразию, сапробности видов-индикаторов, индексам сапробности и т.д.) на участке водного объекта, где произошла ЧС.

8.2 В случае отсутствия необходимых сведений для оценки опасности токсического загрязнения, следует выполнить работы для их получения. При выполнении работ рекомендуется руководствоваться Р 52.24.734.

9 Оценка опасности токсического загрязнения по химическим показателям загрязненности ПВС

9.1 Оценка по критериям высокого и экстремально высокого загрязнения водного объекта

ВЗ и ЭВЗ являются показателями экологической опасности.

Критерии ВЗ, принятые в системе мониторинга Росгидромета, включают увеличение концентраций ЗВ 1-го, 2-го КО, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) в 3-5 раз, веществ 3-го, 4-го КО в 10-50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, желе-

за и марганца - от 30 до 50 раз); снижение концентрации растворенного в воде кислорода до значений от 3 до 2 мг/л; величину биохимического потребления кислорода (БПК₅) от 10 до 40 мг О₂ /л [6]. Критерии ЭВЗ, принятые в системе мониторинга Росгидромета, включают максимальное разовое содержание в концентрациях, превышающих ПДК:

- для веществ 1-2 КО - в 5 и более раз;
- для веществ 3-4 КО - в 50 и более раз.

Кроме того критерием ЭВЗ является:

- снижение содержания растворенного кислорода в воде до значения 2 мг/дм³ и менее;
- увеличение БПК₅ воды свыше 40 мг/ дм³.

Содержание веществ в поверхностных водах суши (ПВС) сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей.

Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается содержание 0,01 мкг/ дм³ [6].

9.2 Оценка по критериям уровня токсического загрязнения воды

9.2.1 На основе анализа различных систем оценки уровня загрязненности ПВС по химическим показателям, разработаны критерии оценки уровня токсического загрязнения с учетом КО химических веществ [7]. При этом ранжирование сделано как по отдельным группам веществ, так и по всей их сумме, а для отнесения к рангам токсического загрязнения используются наиболее жесткие параметры превышений нормативов ПДК в соответствии с таблицей 1. Такой подход представляется важным с точки зрения сохранения водной экосистемы.

Таблица 1 - Критерии оценки токсического загрязнения водных экосистем по химическим показателям с учетом классов опасности ЗВ (по [7] с изменениями)

Уровень токсического загрязнения воды (класс качества воды)	Превышение ПДК
Условно нетоксичная (условно чистая)	Сумма ЗВ 1-2 КО не превышает ПДК; сумма всех ЗВ не превышает ПДК
Слабо токсичная (слабо загрязненная)	Сумма ЗВ 1-2 КО не превышает ПДК; сумма ЗВ 3-4 КО от 1 до 2 ПДК; сумма всех ЗВ не более 1 ПДК
Умеренно токсичная (загрязненная)	Сумма ЗВ 1-2 КО от 1 до 2 ПДК; сумма ЗВ 3-4 КО до 10 ПДК
Высоко токсичная (грязная)	Сумма ЗВ 1-2 КО от 3 до 5 ПДК; сумма ЗВ 3-4 КО от 10 до 50 ПДК
Чрезвычайно токсичная (экстремально грязная)	Сумма ЗВ 1-2 КО более 5 ПДК; сумма ЗВ 3-4 КО более 50 ПДК

Уровень токсического загрязнения ранжирован на 5 классов качества воды (КВ). Ранг «условно нетоксичная» соответствует классу каче-

ства воды «условно чистая», «слабо токсичная» - классу КВ «слабо загрязненная», «умеренно токсичная» - классу КВ «загрязненная», «высоко токсичная» - классу КВ «грязная», «чрезвычайно токсичная» – классу КВ «экстремально грязная».

9.2.2 На ЭО указывает уровень высоко токсичной и чрезвычайно токсичной воды (см. таблицу 1).

9.3 Оценка по суммарным коэффициентам загрязненности воды

9.3.1 Этот метод оценки традиционно используется для расчетов комплексных показателей загрязненности в охране окружающей среды и в научных исследованиях [8], [9]. Он основан на расчетах различных коэффициентов загрязненности воды:

- по сумме кратности превышения величин концентраций токсичных ЗВ по отношению к их ПДК;

- по сумме кратности превышения величин концентраций токсичных ЗВ по отношению к их максимальным фоновым величинам в данном регионе, если ПДК превышены даже на фоновом створе.

9.3.2 Рассчитывают коэффициент загрязненности Y_1 для каждого токсичного ЗВ по формуле

$$Y_1 = C_i / \text{ПДК}_i, \quad (1)$$

где C_i – концентрация i -го компонента состава загрязнения, мг/дм³;

ПДК_i – ПДК i -го компонента состава загрязнения, мг/дм³.

9.3.3 Если ПДК превышены даже на фоновом створе, то рассчитывают коэффициент загрязненности Y_2 для каждого токсичного ЗВ по формуле

$$Y_2 = (C_i / C_{\text{фон макс.}}) - 1, \quad (2)$$

где $C_{\text{фон макс.}}$ – максимальная фоновая величина концентрации этого компонента в данном регионе, мг/дм³.

9.3.4 Рассчитывают суммарный коэффициент загрязненности $Y_{\text{сум}}$ для всех токсичных ЗВ, обнаруженных в воде в результате химического анализа, используя формулы:

$$\sum Y_1 = \sum (C_i / \text{ПДК}_i), \quad (3)$$

$$\sum Y_2 = \sum (C_i / C_{\text{фон макс.}}) - 1. \quad (4)$$

9.3.5 Показателем ЭО является превышение коэффициентов загрязненности по сравнению с фоновым участком более чем в 30 раз.

9.4 Оценка по критериям высокого уровня загрязненности донных отложений

9.4.1 Рекомендуется использовать метод определения уровня загрязненности донных отложений, разработанный геохимиками [10, 11]. Метод основан на сравнении с «фоновым» участком при обязательном соблюдении следующего требования: тип донных отложений и размерность частиц должны быть одинаковыми.

Для определения уровня загрязненности донных отложений рассчитывают коэффициент концентрации K и суммарный показатель загрязненности $K_{\text{сум}}$.

Коэффициент концентрации рассчитывают как отношение содержания индивидуального ЗВ на участке $ЧС - C_{\text{чс}}$ к фоновому $C_{\text{ф}}$

$$K = C_{\text{чс}}/C_{\text{ф}}. \quad (5)$$

Суммарный показатель загрязненности $K_{\text{сум}}$ рассчитывают по формуле

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{с1}} + K_{\text{с2}} + K_{\text{с3}} + \dots K_{\text{си}} - (n-1), \quad (6)$$

где n – число учитываемых ЗВ;

C_i – концентрация i -го компонента состава загрязнения, мг/дм³.

Суммарный показатель загрязненности можно рассчитать как для одной пробы, так и для выборки проб, характеризующей загрязненность участка по нескольким пробам.

9.4.2 Оценку уровня загрязненности донных отложений проводят, используя таблицу 2.

Таблица 2 - Ранжирование уровней загрязненности донных отложений по суммарному показателю загрязненности [11]

Ранг загрязненности	Суммарный показатель загрязненности
Слабый	До 10
Средний	От 10 до 30 включ.
Сильный	От 31 до 100 включ.
Очень сильный	От 101 до 300 включ.
Чрезвычайно сильный	Свыше 300

9.4.3 Критерием ЭО считают ранги загрязненности «сильный», «очень сильный», «чрезвычайно сильный».

9.5 Оценка по критериям загрязненности с учетом трофности

9.5.1 На основе исследований [12], [13] разработан метод, предназначенный для оценки потенциальной ЭО главным образом при загрязнении металлами [14]. Биологические эффекты металлов снижаются в водной среде, где они могут связываться в различные комплексы с органическими и неорганическими лигандами естественного или антропогенного характера, в частности, в случае присутствия биогенных веществ. Принцип метода заключается во введении своего рода «поправки на трофность»; при этом чем больше показатель трофности (биопродуктивность, пропорциональная содержанию общего фосфора), тем меньше опасность токсического загрязнения.

9.5.2 Для определения индекса ЭО при загрязнении металлами проводят расчеты следующих показателей:

- коэффициента загрязненности для каждого металла C_f^i , рассчитанного по превышению ПДК;
- коэффициента токсичности для каждого металла Tr^i , рассчитанного по концентрациям и биопродуктивности (рассчитанной в сравнении с нормативной величиной); биопродуктивность определяют с помощью регрессионного уравнения по [13] в зависимости от содержания общего фосфора в воде;
- суммарных коэффициентов загрязненности ΣC_f и токсичности для всех металлов ΣTr^i ;
- коэффициента потенциальной ЭО E_r , который равен произведению двух предыдущих коэффициентов

$$E_r = Tr^i \cdot C_f^i. \quad (7)$$

9.5.3 Индекс потенциальной экологической опасности R равен сумме коэффициентов экологической опасности для всех металлов

$$R = \Sigma E_r. \quad (8)$$

Для оценки степени потенциальной ЭО используют классификацию, приведенную в таблице 3.

Таблица 3 - Классификация степени потенциальной ЭО загрязнения металлами для пресноводных экосистем (по [11] с изменениями)

Ранг ЭО	E_r	R	Степень ЭО
1	$E_r < 10$	$R < 75$	Низкая
2	$10 \leq E_r < 20$	$75 \leq R < 100$	Умеренная
3	$20 \leq E_r < 40$	$100 \leq R < 300$	Значительная
4	$40 \leq E_r < 80$	$R \geq 300$	Высокая
5	$E_r \geq 80$		Очень высокая

9.5.4 Данные по химическим показателям могут быть использованы для оценки степени экологического неблагополучия (раздел 10).

10 Оценка опасности токсического загрязнения по биологическим показателям состояния и загрязненности водных экосистем

10.1 Принцип оценки

В случае ЧС, сложившейся на водном объекте вследствие высокого загрязнения по химическим показателям, рекомендуется использовать два основных метода:

- биоиндикации состояния сообществ водных организмов путем гидробиологического анализа водных биоценозов;
- биотестирования посредством анализа проб природной воды и донных отложений на наличие токсичности.

Методы биоиндикации и биотестирования, рекомендуемые для системы мониторинга Росгидромета, установлены в руководстве [15] и ведомственных документах.

Анализ состояния водного объекта по санитарным и бактериологическим показателям проводят учреждения Роспотребнадзора в соответствии с методиками, принятыми в системе государственного санитарно-гигиенического мониторинга.

10.2 Биоиндикация состояния сообществ водных организмов

Объектом биоиндикации являются сообщества водных организмов: фитопланктон, зоопланктон, перифитон, макрозообентос, - находящиеся в зоне высокозагрязненных вод и донных отложений. Состояние этих сообществ сравнивают с таковым на фоновых створах водного объекта.

В результате биоиндикации получают данные, характеризующие отклик водных организмов на воздействие. Они позволяют в зоне ЧС оценить:

- количественные и качественные характеристики развития сообществ водных организмов и их негативные, в том числе опасные, изменения вследствие воздействия загрязнения;
- уровень загрязненности воды или донных отложений и его изменения в условиях ЧС, в т.ч. при токсическом загрязнении, согласно принятым в системе Росгидромета классификациям;
- сапробность и трофический статус участка в зоне ЧС;
- направленность метаболизма биоценоза в зоне ЧС.

10.2.1 Оперативная экспресс-оценка

10.2.1.1 Для оперативной (экспрессной) оценки проводят:

- визуальный осмотр участка (створа) водного объекта,
- отбор проб для визуального просмотра неконсервированных («живых») гидробиологических проб;
- отбор проб для традиционного анализа «живых» гидробиологических проб;

10.2.1.2 Отбор, транспортировку, хранение проб и гидробиологический анализ проводят в соответствии с руководством [15].

10.2.1.3 При визуальном осмотре участка водного объекта косвенным признаком опасности загрязнения водного объекта чаще всего является гибель рыбы, других водных организмов, а также земноводных и растений. Гибель организмов наступает вследствие токсического действия ЗВ, значительного дефицита растворенного в воде кислорода или других негативных изменений условий обитания.

10.2.1.4 Визуальный просмотр «живых» проб непосредственно на водном объекте позволяет установить острое токсическое действие (ОТД) ЗВ. ОТД на водные организмы регистрируется по следующим признакам [16]:

- погибшие и иммобилизованные, т.е. живые, но не реагирующие на прикосновение стеклянной палочкой организмы зоопланктона и макрозообентоса;

- вялые организмы, реагирующие на прикосновение, нодвигающиеся медленно или не так, как нормальные особи; например, в пробах макрозообентоса переворачивающиеся спиной вниз водяные ослики и гаммариды или в пробах зоопланктона кладоцеры, легко сносимые током воды в склянке с пробой при наклоне склянки;

- погибшие организмы в пробах макрозообентоса или в пробах донных отложений.

10.2.1.5 Признаки ОТД у гидробионтов указывают на то, что данный участок водного объекта подвергся влиянию высокого загрязнения воды.

10.2.1.6 Перечисленные в 10.2.1.4 признаки могут быть использованы для оценки последствий ЧС для биоты водного объекта. Такую информацию дает также биотестирование хронического токсического действия (см. 10.3).

Наиболее важны признаки острого отравления у рыб. Другие гидробионты, имеющие короткий цикл развития, относительно быстро восстанавливают численность.

10.2.1.7 Экспресс-оценка состояния водного объекта по результатам визуального осмотра участка и «живых» проб является приблизительной, поэтому требуется дополнить ее более подробными исследованиями по гидробиологическим (см. 10.2.2) и биотестовым (см. 10.3) показателям.

10.2.2 Оценка по гидробиологическим показателям

10.2.2.1 Одновременно с отбором гидробиологических проб для экспресс-оценки (визуального просмотра «живых» проб) отбирают пробы на традиционный гидробиологический анализ в условиях лаборатории. Эти пробы обязательно консервируют согласно [15].

10.2.2.2 Для выделения приоритетов гидробиологического анализа (например, сообществ планктона или макрозообентоса) важно иметь и

использовать сведения о компонентном составе загрязнения в случае ЧС, возможных путях миграции присутствующих ЗВ в водном объекте, так как от состава загрязнения и свойств ЗВ зависит «мишень» и характер негативного воздействия на гидробионтов (см. 4.1 и приложение Б).

Высокое токсическое загрязнение воды сказывается на организмах, обитающих в толще воды (фитопланктон, зоопланктон, пелагические рыбы), а загрязнение грунта - на организмах, которые с ним контактируют (бентос, рыбы-бентофаги, икра и личинки на нерестилищах рыб и т.п.).

Желательно, чтобы пробы были как можно более представительными, охватывали все биотопы, а также были разнообразными по видовому составу, поскольку разные виды проявляют разную чувствительность к загрязнению.

10.2.2.3 Пробы доставляют в лабораторию, где проводят анализ состояния сообществ водных организмов по следующим характеристикам:

- численность и биомасса организмов;
- индикаторная значимость и сапробность видов;
- индекс сапробности;
- биотический индекс Вудивиса (макрозообентос).

10.2.2.4 Для оценки качества воды и загрязненности по гидробиологическим показателям используют классификатор, представленный в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям (согласно [21] с изменениями)

Класс КВ	Уровень загрязненности воды	Показатель		
		по фито-, зоопланктону и перифитону ИС	по макрозообентосу	
			И Г-У, %	БИ, балл
I	Условно чистая	До 1,5 включ.	Менее 30 или олигохеты отсутствуют	10-7
II	Слабо Загрязненная	Св. 1,5 до 2,5 включ.	От 30 до 50 включ.	6-5
III	Загрязненная	Св. 2,5 до 3,5 включ.	Св. 50 до 70 включ.	4-3
IV	Грязная	Св. 3,5 до 4,0 включ.	Св. 70 до 90 включ.	2
V	Экстремально грязная	Св. 4,0	Св. 90 до 100 включ. или макробентос отсутствует	1-0
Примечание – КВ – качество воды; ИС – индекс сапробности по Пантле и Букку; И Г-У – индекс Гуднайта-Уитлея; БИ – биотический индекс Вудивиса.				

10.2.2.5 На наличие опасной загрязненности воды указывают классы КВ по гидробиологическим показателям: «грязная», «экстремально грязная», определяемые по таблице 4.

10.2.2.6 Данные биоиндикации могут быть использованы для оценки степени экологического благополучия водного объекта (раздел 11).

10.3 Биотестирование токсичности воды и донных отложений

10.3.1 Биотестирование является интегральной оценкой качества воды или донных отложений по их способности оказывать токсическое действие на гидробионтов.

Результаты биотестирования отражают свойства воды или донных отложений оказывать токсическое воздействие на биотическую компоненту водной экосистемы, т.е. являются характеристикой воздействия на водную экосистему токсического фактора [17]. Они сходны, по назначению с химическими показателями, но не используются для установления компонентного состава загрязнения.

10.3.2 Биотестирование проводят для установления наличия и степени токсичности: ОТД или хронического токсического действия (ХТД) на тест-объекты проб воды или донных отложений, отобранных на участке, где произошла ЧС, по сравнению с контрольным участком (фоновым створом).

Степень токсичности устанавливают также по кратности разбавления высокотоксичной пробы чистой (нетоксичной) водой до устранения токсичности.

10.3.3 Биотестирование проводят с помощью одного или нескольких биотестов в соответствии с Р 52.24.566 и Р 52.24.635, используя различные тест-объекты, например, дафний, цериодафний, хирономид, рыб.

10.3.4 Для выбора приоритетных тест-объектов важно иметь и использовать сведения о компонентном составе загрязнения в случае ЧС, возможных путях миграции присутствующих ЗВ в водном объекте, так как от состава загрязнения и свойств ЗВ зависит «мишень» и характер негативного воздействия на гидробионтов (см. 4.1). Например, если ЗВ находится в водной толще, то следует проводить биотестирование на дафниях или цериодафниях; если в придонных слоях воды – на хирономидах. Рекомендуется также использовать биотесты на рыбах.

10.3.5 Для биотестирования в случаях ЧС можно использовать как лабораторную культуру аквариумных рыбок (например, гуппи или данио), так и любых небольших рыбок, отловленных в фоновом участке водного объекта.

Преимуществом лабораторной культуры является знание ее чувствительности к стандартным тест-веществам. Однако в случае выезда из лаборатории не всегда удастся захватить с собой на место ЧС или аварии культивируемых гуппи или данио. Поэтому допускается использовать для биотестирования рыбок, отловленных на фоновом створе водного объекта; при этом желательно калибровать их по чувствительности на стандартном тест-веществе.

10.3.6 Биотестирование для установления ОТД или ХТД проб проводят путем постановки острых (кратковременных) или хронических экспериментов одновременно на пробах с участка ЧС и пробах фонового (контрольного) участка.

10.3.7 Для заключения об опасности токсического загрязнения воды рекомендуется использовать результаты биотестирования:

- на дафниях в кратковременном (до 48 ч) эксперименте по тест-реакции «выживаемость»;
- на цериодафниях в кратковременном (до 24 ч) или хроническом (до 7-10 сут) эксперименте по тест-реакциям «выживаемость» и «плодовитость»;
- на рыбах гуппи в кратковременном эксперименте (до 96 ч) по тест-реакции «выживаемость».

Показателем токсичности по тест-реакции «выживаемость» является гибель тест-объектов, по тест-реакции «плодовитость» - характеристики размножения

Р 52.24.566.

10.3.8 Для заключения об опасности токсического загрязнения донных отложений рекомендуется использовать результаты биотестирования на хирономидах в кратковременном (до 96 ч) эксперименте по тест-реакции «выживаемость»

РД 52.24.635.

10.3.9 Заключение об опасности токсического загрязнения делают в случае обнаружения ОТД или ХТД проб воды или донных отложений.

Согласно существующим требованиям, природная вода не должна оказывать токсического действия (ХТД и тем более ОТД) на тест-объекты, используемые для биотестирования [18]. Такие же требования по наличию или отсутствию токсического действия на тест-объекты применимы и к донным отложениям.

10.3.10 Если гибель тест-объектов наступает очень быстро - в первые 5-8 ч после помещения в воду, что происходит в случае ее высокой токсичности, то дополнительно проводят биотестирование на серии ее разбавлений заведомо нетоксичной водой (водой с фонового створа водного объекта).

Степень токсичности устанавливают в зависимости от кратности разбавления в биотесте на цериодафниях по тест - реакции «выживаемость» и выражают в единицах острой летальной токсичности (ЕД ОЛТ).

Рекомендуемая кратность разбавления в серии - 1:2; 1:10; 1:100; 1:1000. Находят кратность разбавления воды, при которой погибает 50 % и более тест-объектов (цериодафний) в течение 48 ч. Эта кратность разбавления принята в качестве ЕД ОЛТ [19]. Для оценки качества воды используют ранги классификации, рекомендуемые Европейским Союзом (ЕС) [20], [21], а именно, при оценке одна ЕД ОЛТ качество воды считается плохим, более одной ЕД ОЛТ – очень плохим. Это соответствует наихудшим классам и категориям качества воды по всем используемым в ЕС показателям (соответствует IV и V классам, 6-й и 7-й категориям качества воды).

10.3.11 Для оценки долговременных последствий загрязнения важны результаты биотестирования рыбах (организмах-представителях высших трофических звеньев водной экосистемы), в частности, на природных популяциях. В этом случае можно будет по результатам биотестирования ориентировочно прогнозировать влияние фактического загрязнения на дальнейшую судьбу этих видов в водном объекте.

Гидробионты с коротким жизненным циклом (дафнии, цериодафнии, коловратки, инфузории) довольно быстро адаптируются и восстанавливают численность после токсического воздействия. Использовать их для этой цели нецелесообразно.

10.3.12 Наличие токсичности при биотестировании является признаком экологического неблагополучия вследствие токсического загрязнения водной экосистемы. По его результатам можно судить о степени экологического неблагополучия водного объекта или его участка (раздел 11).

11 Выявление состояния экологического неблагополучия

11.1 Общие положения

Согласно сложившейся в РФ практике охраны окружающей среды и мониторинга выделено несколько степеней состояния неблагополучия экосистем: экологическое напряжение, чрезвычайная экологическая ситуация (экологический кризис) и экологическое бедствие [2]. В настоящих рекомендациях рассмотрены крайние проявления экологического неблагополучия: чрезвычайная экологическая ситуация и экологическое бедствие как наиболее опасные варианты развития событий при ЧС.

К числу процессов, приводящих к экологическому неблагополучию водной экосистемы, относятся:

- загрязнение воды, донных отложений, накопление ЗВ в гидробионтах;
- токсификация – загрязнение токсичными химическими веществами воды, донных отложений и гидробионтов;
- накопление токсикантов в донных отложениях в результате осаждения взвешенных частиц и интенсивного осадкообразования;
- вторичное загрязнение в связи с осадконакоплением и массовым отмиранием синезеленых водорослей при «цветении»;
- общее ухудшение качества воды и донных осадков как среды обитания гидробионтов;
- возможные сдвиги биогеохимических циклов в экосистеме, прежде всего циклов биогенных элементов.

Следствием этих негативных процессов, вызванных различными причинами как природного так и техногенного характера, является нарушение трофических и иных взаимосвязей в водной экосистеме, нарушение процессов самоочищения, изменение окислительно-восстановительной обстановки, нарушение газового режима, в т.ч. де-

фицит кислорода, накопление сероводорода в придонных слоях воды, образование «метановых зон» и др.

Кроме перечисленных имеют значение и другие процессы и факторы, связанные с особенностями экосистемы каждого водного объекта и характером антропогенного воздействия.

Наиболее важные характеристики, указывающие на состояние экологического неблагополучия водного объекта, могут быть получены на основе использования данных наблюдений по химическим и биологическим (гидробиологическим и токсикологическим) показателям. Часть таких характеристик и параметров была определена в качестве критериев выявления зон экологического бедствия на территории РФ [2], дополнена и апробирована нами на ряде водных объектов, что и позволило рекомендовать их для использования в практике мониторинга.

11.2 Принципы оценки экологического неблагополучия водных объектов

11.2.1 Оценка по химическим показателям

Методический подход разработан на основе исследований и оценок состояния экологического благополучия водных объектов [22], [23] с учетом [19], [21], [24].

11.2.1.1 Оценку проводят по основным и дополнительным показателям концентраций ЗВ, выявленных при химическом анализе воды в зоне ЧС. При этом учитывают их содержание и накопление в донных отложениях и гидробионтах (таблица 5).

11.2.1.2 В качестве основных показателей используют в первую очередь остротоксичные ЗВ 1 и 2 КО, а также контролируемые приоритетные ЗВ 3 и 4 КО (тяжелые металлы, НФПР, фенолы, СПАВ и другие нормируемые вещества).

11.2.1.3 К числу дополнительных показателей химического состава воды относят растворенный кислород, рН, БПК, а также сведения о физических свойствах воды (запах, наличие пленки).

Ряд дополнительных показателей (ХПК воды и др.) позволяет судить о загрязненности на участке ЧС по ретроспективной информации, используя кратность превышения их средних значений в воде и донных отложениях фонового створа.

11.2.1.4 Для анализа накопления токсичных ЗВ¹⁾ в донных отложениях рассчитывают коэффициент донной аккумуляции КДА по формуле

$$КДА = C_{д.о.} / C_{воды}, \quad (9)$$

где $C_{д.о.}$ – концентрация вещества в донных отложениях;

$C_{воды}$ – концентрация вещества в воде.

¹⁾ Расчеты КДА делают только для токсичных ЗВ 1-2 КО.

КДА выражают как $n_{\text{кда}} \times 10^{-3-4}$, где $n_{\text{кда}}$ – любое численное значение частного от деления концентраций в донных отложениях на концентрации в воде.

11.2.1.5 Обработку ретроспективной и полученной при выполнении работ в случае ЧС гидрохимической информации проводят совместно, используя рекомендации [2]. Обработку проводят последовательно для каждого створа.

11.2.1.6 Критерии выявления состояния экологического бедствия приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Критерии выявления состояния экологического бедствия по химическим показателям

Экологическое бедствие			Относительно удовлетворительное состояние	
Объект анализа	Параметры состояния	Класс КВ ¹⁾	Параметры состояния	Класс КВ
Основные показатели				
Концентрации в воде веществ 1-2 КО и 3-4 КО	Превышение ПДК: для веществ 1-2 КО в 5 и более раз; 3-4 КО в 50 и более раз	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Превышение ПДК: для веществ 1-2 КО до 3 раз; 3-4 КО до 10 раз	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"
Концентрации в воде веществ 1-2 КО и 3-4 КО	Увеличение по сравнению с фоновым створом для веществ 1-2 КО - в 5 и более раз; для веществ 3-4 КО - в 50 и более раз		Увеличение по сравнению с фоновым створом для веществ 1-2 КО до 3 раз; 3-4 КО до 10 раз	
КДА в донных отложениях веществ 1 и 2 КО	Более $n_{\text{кда}}^{2)} \times 10^4$		Менее $n_{\text{кда}}^{2)} \times 10^3$	
Дополнительные показатели ³⁾				
БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	40 и более	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	2,0	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"
Растворенный в воде кислород, мг O ₂ /дм ³	2 и менее		4-6	
рН воды	Менее 4,0; более 9,7		6,5-8,5	
Пленка на поверхности воды	Сплошная темная пленка; покрытие поверхности на площади 2 км ² и более при обзорной площади более 6 км ²		Отсутствие пленки	
¹⁾ По РД 52.24.643 ²⁾ $n_{\text{кда}}$ – любое численное значение частного от деления концентраций в донных отложениях на концентрации в воде. ³⁾ По критериям ЭВЗ по [6].				

На основании критериев таблицы 5 по одному и более показателям устанавливают состояние экологического бедствия или его отсутствие. Следует отметить, что в ряде случаев при относительно удовлетворительном качестве воды отмечаются высокие показатели КДА, что указывает на загрязнение донных отложений и гидробионтов, т.е. на наличие признаков экологического неблагополучия.

11.2.2 Оценка по биологическим показателям

11.2.2.1 Выявление состояния экологического неблагополучия при ЧС и оценку его степени проводят:

- по гидробиологическим данным, характеризующим изменения состояния сообществ водных организмов (фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса) на участке вследствие ЧС;
- по данным интегральных показателей состояния водной экосистемы.

11.2.2.2 При использовании гидробиологических показателей данные, характеризующие все негативные процессы при ЧС (перечисленные в 11.1), оценивают согласно таблицам 6, 7 и устанавливают наличие признаков чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия.

Приведенные в таблицах 6, 7 параметры характеризуют состояние сообществ фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса. Относительно удовлетворительное состояние включает естественное для каждого биотопа экосистемы состояние с учетом сезонных циклов их развития, регистрируемых на момент ЧС в «фоновых» участках водного объекта. Кроме того, параметры относительно удовлетворительного состояния сообществ водных организмов определяют по собранной ретроспективной гидробиологической информации, если такая имеется.

11.2.2.3 Изменения интегральных показателей: наличия токсичности при биотестировании природной воды и донных отложений, величине индекса самоочищения – самозагрязнения (A/R), направленности метаболизма биоценоза, указывающие на состояние, соответствующее экологическому бедствию, характеризуются количественными параметрами, приведенными в таблице 8.

Таблица 6 - Параметры и критерии выявления чрезвычайной экологической ситуации по биологическим показателям загрязненности

Объект исследования	Параметр состояния			
	Чрезвычайная экологическая ситуация		Относительно удовлетворительное	
	Характеристика негативных изменений состояния сообщества	ИС; И Г-У%; БИ, балл; класс КВ	Характеристика удовлетворительного состояния	ИС; И Г-У%; БИ, балл; класс КВ
Фитопланктон	Пленка сине-зеленых водорослей; пряди нитчатых водорослей; единичные экземпляры других групп водорослей.	ИС св. 2,5 до 3,5 включ.; класс КВ III, вода "загрязненная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития.	ИС до 2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Перифитон	Появление слизистых обрастаний из грибов, бактерий, колониальных форм инфузорий.	ИС св. 2,5 до 3,5 включ.; класс КВ III, вода "загрязненная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития.	ИС до 2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Зоопланктон	Низкая численность и малое видовое разнообразие по сравнению с естественным развитием	ИС св.2,5 до 3,5 включ.; класс КВ III, вода "загрязненная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития.	ИС до.2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Макрозообентос	Низкая численность и малое видовое разнообразие по сравнению с естественным развитием или переход на доминирование олигохет	И Г-У св. 50 до 70 включ.; БИ 3-4; класс КВ III, вода "загрязненная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития.	И Г-У от 0 до 50 включ.; БИ 5 – 10 класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Ихтиофауна	Частые случаи массовой гибели рыб; снижение рыбопродуктивности; снижение доли ценных и редких видов; заболеваемость хроническим токсикозом до 50 %	–	Естественное развитие ихтиофауны	–
Примечание – КВ –качества воды (по [21]); ИС – индекс сапробности по Пантле и Букку; И Г-У – индекс Гуднайта-Уитлея; БИ – биотический индекс Вудивиса. Прочерк означает, что характеристика не оценивается.				

Таблица 7 - Параметры и критерии выявления состояния экологического бедствия по биологическим показателям загрязненности

Объект исследования	Параметр состояния			
	Экологического бедствия		Относительно удовлетворительного	
	Характеристика негативных изменений состояния сообщества	ИС; И Г-У, %; БИ, балл; класс КВ	Характеристика удовлетворительного состояния	ИС; И Г-У, %; БИ, балл; класс КВ
Фито-планктон	Отсутствие водорослей или единичные экземпляры	ИС св. 3,5; класс КВ IV- V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития	ИС до 2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Перифитон	Отсутствие обрастаний; подводные субстраты покрыты безжизненными налетами неестественной окраски.	ИС св. 3,5; класс КВ IV- V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития	ИС до 2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Зоопланктон	Отсутствие организмов или единичные экземпляры	ИС св. 3,5; класс КВ IV- V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития	ИС до 2,5 включ.; класс КВ I- II, вода "условно чистая"-"слабо загрязненная"
Макрозообентос	Отсутствие живых организмов; остатки хитиновых покровов насекомых, остатки раковин моллюсков.	И Г-У св. 70 до 100 включ.; БИ 0-2 класс КВ IV- V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Естественное развитие сообщества; ненарушенные сезонные циклы развития	И Г-У от 0 до 50 включ.; БИ 5 – 10; класс КВ I- II, вода "условно чистая" - "слабо загрязненная"
Ихтиофауна	Исчезновение рыб; снижение уловов рыбы; признаки заболеваемости хроническим токсикозом более чем у 50 % в уловах.	–	Естественное развитие ихтиофауны	–
Примечание – КВ – качество воды (по [21]); ИС – индекс сапробности по Пантле и Букку; И Г-У – индекс Гуднайта-Уитлея; БИ – биотический индекс Вудивиса. Прочерк означает, что характеристика не оценивается.				

Таблица 8 - Параметры экологического бедствия по интегральным показателям

Показатель	Параметр состояния	
	Экологическое бедствие	Относительно удовлетворительное состояние
Токсичность воды при биотестировании ¹⁾ на дафниях, цериодафниях, водорослях, рыбах	ОТД природной воды: - гибель дафний в течение 48 ч или цериодафний в течение 24 ч; - снижение коэффициента прироста численности водорослей; - гибель рыб в течение 96 ч	Отсутствие ОТД или ХТД природной воды при биотестировании
Токсичность донных отложений при биотестировании ²⁾ на хирономидах	ОТД донных отложений: гибель хирономид в течение 24 ч	Отсутствие токсического действия при биотестировании
Индекс самоочищения/ самозагрязнения (отношение продукции к деструкции) ³⁾	Менее 0,5 или более 2,5	1,0
Направленность метаболизма биоценоза ⁴⁾	Экологический или метаболический регресс	Экологический прогресс или экологические модификации
¹⁾ Выполняют по Р 52.24.566; ²⁾ Выполняют по РД 52.24.635; ³⁾ Определяют по [15]. ⁴⁾ Определяют по РД 52.24.633.		

11.2.2.4 При использовании биотестирования природной воды в случае ее высокой токсичности гибель тест-объектов может происходить очень быстро - в первые 5-8 ч после помещения в воду. В этом случае проводят биотестирование на серии разбавлений пробы заведомо нетоксичной водой (водой с фонового створа водного объекта) согласно 10.3.9. Данные биотестирования по кратности разбавления воды можно использовать для оценки состояния экологического неблагополучия водного объекта или его участка согласно таблице 9.

Таблица 9 - Оценка состояния экологического неблагополучия водного объекта (участка) по данным биотестирования в случае разбавления высокотоксичных проб природной воды (по Р 52.24.566)

Состояние водного объекта (участка)	Результат биотестирования проб воды
Благополучное	Токсическое действие не обнаружено
Неблагополучное (токсическое загрязнение)	Обнаружено ОТД, устраняемое при разбавлении 1:2
Чрезвычайная экологическая ситуация (сильное токсическое загрязнение)	Обнаружено ОТД, устраняемое при разбавлении от 1:50 до 1:100
Экологическое бедствие (очень сильное токсическое загрязнение)	Обнаружено ОТД, устраняемое при разбавлении более чем 1:100

11.2.2.5 Следует подчеркнуть, что рекомендуемые химические и биологические методы и подходы предназначены для выявления и оценки состояния и степени экологического неблагополучия. Для выявления зон экологического неблагополучия, установленных законодательно, в соответствии с [2] рекомендовано использовать показатели, зарегистрированные за 2 и более года наблюдений¹⁾.

¹⁾ Выявление зон экологического бедствия не рассматривается в настоящих рекомендациях.

Приложение А (справочное)

Экологическая опасность и экологический риск

Концепция анализа и оценки экологической опасности (ЭО) и экологического риска (ЭР) - сравнительно новая область науки об окружающей среде. Наиболее разработана, давно используется в индустриально развитых странах и активно совершенствуется методология оценки технологического и медицинского рисков [24], тогда как методико-методологические принципы оценки ЭО и ЭР недостаточно четко сформулированы.

Понятия ЭО и ЭР трактуют по разному: от вероятности наступления опасного события до величины возможного ущерба или потерь (например, в результате стихийных бедствий). На практике оценка ЭР на основе вероятностного подхода затруднена из-за неопределенности экономических прогнозов, связанных с антропогенной нагрузкой, неполноты информации, невозможности получить и обработать весь ее поток в системе биота-окружающая среда-человек. Очевидно поэтому часто синонимами ЭР выступают экологическая опасность, экологический ущерб, экологическое неблагополучие.

Наиболее приемлемым и полным определением ЭО в контексте мониторинга водных ресурсов представляется определение понятия ЭО как угрозы негативных изменений экосистемы водного объекта вплоть до деградации и потери его как ресурса вследствие антропогенного воздействия. С другой стороны, ЭР – это вероятность наступления негативных событий, характеристика опасности для существования и функционирования экосистем, «мера экологической опасности» [5].

В настоящее время для РФ оценка ЭО для водных объектов, является весьма актуальной задачей, в связи с постоянным ростом антропогенной нагрузки на водные объекты, снижением или потерей их хозяйственного значения в результате техногенного загрязнения и истощения водных ресурсов. Таким образом, в РФ на первое место выходит необходимость разработки и использования практических подходов к оценке ЭО загрязнения водных объектов, при этом главные усилия должны быть направлены на оценку ЭО загрязнения токсичными и особо опасными химическими веществами - токсического загрязнения.

Для практики ценность представляют количественные методы и подходы к оценке опасности загрязнения. Могут быть использованы самые разные расчеты по параметрам химических и биологических показателей состояния водной экосистемы.

Для оценки ЭО по химическим показателям могут использоваться параметры воздействия на экосистему: степень превышения нормируемых величин концентраций ЗВ в воде и донных отложениях, допустимые и критические антропогенные нагрузки (выраженные в концентрациях

ЗВ, в том числе токсичных и опасных для биоты), содержание опасных ЗВ в промысловых видах рыб и т.д.

Для оценки ЭО по биологическим показателям могут использоваться различные характеристики отклика биотической компоненты водной экосистемы на воздействие: степень негативных изменений в состоянии сообществ водных организмов, уменьшение численности и биомассы популяций, снижение биоразнообразия и упрощение трофической структуры, угнетение развития обитателей чистых вод, появление токсических свойств в компонентах водной экосистемы (воде, донных отложениях), накопление опасных ЗВ в водной биоте и др.

Ряд показателей ЭО являются комплексными, включающими как химический, так и биологический анализы. Это показатели степени трофности по содержанию биогенных веществ и развитию фитопланктона, содержанию ЗВ в водной биоте. Показатели токсичности при биотестировании по технике анализа являются биологическими, но по смыслу близки к химическим, так как они, наряду с химическим анализом, дают характеристику воздействия.

Как показывает практика мониторинга ПВС в системе Росгидромета, в настоящее время на большинстве поверхностных водных объектов РФ нормативы качества воды по разным показателям качества воды - среднегодовым концентрациям (или по медианам концентраций) превышены в несколько раз, а на некоторых водных объектах регистрируются случаи превышения в десятки раз – до уровня ВЗ и ЭВЗ [22], [25], [26], [27]. Согласно подходу [22], [23], состояние таких водных объектов будет соответствовать кризисной и катастрофической степени ЭО.

Приложение Б (справочное)

Опасность загрязняющих веществ для гидробионтов

Для оценки влияния загрязнения на водные организмы в случае ЧС весьма важное значение имеет стабильность ЗВ в водной среде, характер и скорость трансформации, миграция их в элементах водной экосистемы.

По этим критериям ЗВ подразделяю на:

- стабильные, практически не трансформирующиеся в водной среде (например, хлориды, ионы натрия);
- нестабильные (неустойчивые), которые в результате биodeградации могут образовывать более токсичные продукты (например, фенолы при биохимическом окислении образуют более токсичные продукты – хиноны).

Скорость трансформации, метаболизма и детоксикации существенно зависит от температуры водной среды. Чем выше температура воды, тем сильнее токсическое действие ЗВ и в то же время быстрее происходит их разложение и детоксикация. Исключение составляют некоторые хлорорганические пестициды, токсическое действие которых проявляется независимо от температуры. Есть токсиканты со своими особенностями, например, ДДТ проявляет более высокое токсическое действие при низких температурах.

По стабильности в водной среде и параметрам токсичности химические соединения относят к разным КО для различных целей водопользования. При рыбохозяйственном водопользовании оценка опасности химических соединений проводится с учетом параметров токсичности ЛК₅₀, величин ПДК, способности к аккумуляции в водных объектах. и характеристик поведения веществ. Классификация ЗВ по параметрам токсичности приведена в таблице Б.1.

Таблица Б.1 - Классификация ЗВ по параметрам токсичности [16]

Группа токсичности	Степень токсичности	Параметры токсичности		
		ЛК ₅₀ за 96-120 ч, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³	Приблизительное отношение ЛК ₅₀ /ПДК
1	Особо высокая	Менее 0,01	Менее 0,0001	100
2	Высокая	1,0 - 0,01	0,01 - 0,0001	100
3	Средняя	10 - 1,0	0,1 - 0,01	100
4	Умеренная	100 - 10,0	100 - 0,1	10
5	Малая	1000 - 100	200 - 100	5
6	Очень малая	Более 1000	Более 200	Менее 5

Как видно из таблицы Б.1, к веществам с наиболее высокой токсичностью (1-я и 2-я группы) отнесены вещества, для которых $ЛК_{50}$ не превышает $1,0 \text{ мг/дм}^3$ за 96-120 ч биотестирования. Для этих веществ ПДК составляют значения порядка $0,0001-0,01 \text{ мг/дм}^3$. Для наиболее токсичных веществ $ЛК_{50}$ превышает ПДК в 100 раз; при малой и очень малой токсичности это отношение снижается до 5 и менее.

По другим характеристикам к наиболее опасным отнесены вещества, сроки разрушения которых в водной среде составляют более 1 суток (для некоторых более 1 года), а также высокотоксичные вещества, для которых ПДК менее $0,0001 \text{ мг/дм}^3$, обладающие свойствами накапливаться в воде, донных отложениях гидробионтах (в т.ч. промысловой рыбе). К таким высокотоксичным веществам относятся ДДТ, изомеры ГХЦГ, альдрин, гексанитродифениламин, паратион, пентахлорфенол и др. В таблице Б.2 приведены сведения о КО и ПДК загрязняющих и биогенных веществ, которые используются в мониторинге Росгидромета для оценки загрязненности.

Таблица Б.2 - Критерии оценки загрязненности ПВС (по [27] с изменениями)

Компоненты состава загрязнения ПВС	Лимитирующий показатель вредности	КО	ПДК, мг/дм^3
Аммоний солевой (NH_4^+)	Токсикологический	4	$0,5; N(\text{NH}_4^+) = 0,39$
Нитрат-ионы (NO_3^-)	Санитарно-токсикологический	3	$40,0; N(\text{NO}_3^-) = 9,00$
Нитрит-ионы (NO_2^-)	Токсикологический	Усл.4	$0,08; N(\text{NO}_2^-) = 0,02$
Нефть и нефтепродукты	Рыбохозяйственный	3	0,05
Фенолы	Рыбохозяйственный	3	0,001
СПАВ (детергенты)	Токсикологический	4	0,1
Железо общее	Токсикологический	4	0,1
Медь (Cu^{2+})	Токсикологический	3	0,001
Цинк (Zn^{2+})	Токсикологический	3	0,01
Хром(Cr^{6+})	Токсикологический	3	0,02
Хром(Cr^{3+})	Токсикологический	3	0,07
Никель (Ni^{2+})	Токсикологический	3	0,01
Кобальт (Co^{2+})	Токсикологический	3	0,01
Марганец (Mn^{2+})	Токсикологический	4	0,01
Свинец (Pb^{2+})*	Токсикологический	2	0,006
Мышьяк (As^{3+})	Санитарно-токсикологический	1	0,01
Ртуть (Hg^{2+})	Санитарно-токсикологический	1	0,00001
Кадмий (Cd^{2+})	Токсикологический	2	0,005
Алюминий (Al^{3+})	Токсикологический	4	0,04
Олово (Sn^{4+})*	Токсикологический	4	0,112
Ванадий ($\text{V}^{5+}, \text{V}^{4+}$)	Токсикологический	3	0,001
Молибден (Mo^{6+})	Токсикологический	2	0,001
Бор (B^{3+})	Токсикологический	4	0,05
Фтор(F)	Санитарно-токсикологический	3	0,75
Роданиды	Санитарно-токсикологический	2	0,1
Цианиды	Санитарно-токсикологический	2	0,035

Окончание таблицы Б.2

Компоненты состава загрязнения ПВС	Лимитирующий показатель вредности	КО	ПДК, мг/дм ³
Метилмеркаптан	Органолептический	4	0,0002
Бензол	Токсикологический	4	0,5
Фурфурол	Токсикологический	3	0,01
Метанол	Санитарно-токсикологический	4	0,1
Формальдегид	Санитарно-токсикологический	2	0,05
Полиакриламид	Токсикологический	4	0,04
Капролактан	Токсикологический	3	0,01
Лигносультфонаты	Санитарно-токсикологический	3	1,0
Лигнин	Санитарно-токсикологический	3	2,0
Ксантогенат бутиловый	Органолептический	4	0,001
Дитиофосфат крезильный	Органолептический	4	0,001
Мочевина	Санитарно-токсикологический	4	80,0(37,8N)
Анилин	Токсикологический	2	0,0001
Сульфиды и сероводород	Общесанитарный	3	отсутствие 0,00001)
ДДТ	Токсикологический	1	Отсутствие (0,00001)
ГХЦГ	Токсикологический	1	отсутствие (0,00001)
Трихлорацетат натрия (ТЦА)	Токсикологический	4	0,04
Калий (катион)	Санитарно-токсикологический	4-э	50,0
Кальций (катион)	Санитарно-токсикологический	4-э	180,0
Магний (катион)	Санитарно-токсикологический	4	40,0
Натрий (катион)	Санитарно-токсикологический	4-э	120,0
Сульфаты (анион)	Санитарно-токсикологический	4	100,0
Хлориды (анион)	Санитарно-токсикологический	4-э	300
Фосфаты (по Р)	Санитарно-токсикологический	4-э	0,2*
Фосфор элементарный	Токсикологический	1	отсутствие (0,00001)
* Для эвтрофных водоемов			

Как видно из таблицы Б.2, наиболее опасными являются ХОП (ДДТ и ГХЦГ), соединения некоторых металлов (мышьяка, ртути, свинца, кадмия, молибден), а также роданиды, цианиды, фосфор элементарный, формальдегид. Остальные ЗВ относятся к 3-4 КО.

Следует еще раз подчеркнуть, что опасность ХОП заключается не только в их токсичности и других отрицательных эффектах, но и в их стабильности, способности длительное время сохранять в природных условиях эти свойства.

Высокая стабильность пестицидов в окружающей среде, в том числе в воде, определяется их физико-химическими свойствами, концентрациями и технологией применения, типом почвы, метеоусловиями, скоростью течения, присутствием в воде ПАВ и т.д. [17].

При разложении ХОП образуются метаболиты не менее токсичные, чем исходные препараты. Присутствие в воде ПАВ может оказывать отрицательное влияние на скорость разложения ХОП.

Влияние загрязнения водной среды тяжелыми металлами хорошо исследовано путем биотестирования; эти данные весьма многочисленны. В отношении влияния металлов на экосистему в целом данных зна-

чительно меньше; они скорее свидетельствуют о негативных последствиях в отношении высших трофических звеньев. Хорошо известно, что разные таксоны и виды гидробионтов обладают различной чувствительностью к металлам и другим ЗВ. Установлено, например, что двустворчатые моллюски подвержены воздействию ионов меди, кадмия, ртути, свинца, цинка, СПАВ и ряда других ЗВ, которые вызывают их инактивацию. С другой стороны, они не реагируют на присутствие ионов хрома, железа, фенолов и некоторых пестицидов (возможно, из-за перехода на анаэробный путь метаболизма или из-за ингибирования ЗВ хеморецепторов). Хорошо известно, что большинство металлов в водоемах связывается с органическим веществом и их токсическое действие снижается. Исключение составляют цинк и кадмий, которые способны мигрировать в ионной форме в количествах 30-50 и более процентов.

В связи с недостаточностью знаний о комбинированных эффектах ЗВ в случае комплексного загрязнения любые предположения на основе данных о концентрациях имеют приближенный характер [17].

Опасное воздействие ЗВ на водные организмы существенно зависит не только от их содержания в водном объекте, но и от условий обитания. Так, дефицит растворенного кислорода, как правило, снижает устойчивость гидробионтов ко многим ядам органической и неорганической природы.

Высокий уровень загрязненности биогенными веществами, прежде всего соединениями азота и фосфора приводит к эвтрофированию водоемов, интенсивному развитию сине-зеленых водорослей. «Цветение» воды за счет сине-зеленых водорослей наиболее вероятно при содержании фосфора в речной воде $0,3-0,5 \text{ мг/дм}^3$ и более, азота аммонийного – 2 мг/дм^3 и более, а в пятнах цветения азот аммонийный может достигать 3 мг/дм^3 . При «цветении» содержание кислорода (независимо от времени суток), может снизиться до нуля, появляются фенолы (могут достигать $0,2 \text{ мг/дм}^3$), водорослями выделяются токсичные органические вещества. Последние вызывают все большую озабоченность в связи с глобальным характером эвтрофирования водоемов и «цветения» с преобладанием токсичных видов сине-зеленых. В некоторых странах уже введены нормативы и осуществляется контроль за уровнем токсинов сине-зеленых (микроцистинов и нодуляринов) в водных объектах в связи с их опасностью для человека и животных.

В придонных слоях особенно при заиленном дне в анаэробных условиях могут выделяться меркаптаны, биогенные амины типа трупных ядов, аммиак. Если описанные условия интенсивного «цветения» сине-зеленых водорослей охватывают значительную площадь на водном объекте, то это может привести к массовому замору рыб. Таким образом, опасность загрязнения, формирующегося вследствие внутриводоемных процессов, также весьма значительна.

Библиография

- [1] Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь.- Л.: Гидрометеиздат, 1988. 239 с.
- [2] Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Зеленый Мир. Российская экологическая газета.1994. №12. С.8.
- [3] Водный кодекс Российской Федерации №74-ФЗ от 03.06.2006 г.
- [4] Константинов А.С. Общая гидробиология.- М.:Высшая школа, 1986. 472 с.
- [5] Жукинский В.Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка//Водные ресурсы.-2003.- Том 30; № 2. С.213-221.
- [6] Порядок подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. – Утв. Приказом Росгидромета № 156 от 31 октября 2000 г.
- [7] Химические показатели в оценке токсического загрязнения Нижнего Дона/ Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Страдомская и др.// Метеорология и гидрология.2002. №11.С.68-74.
- [8] Экотоксикологическое обоснование критических нагрузок / Моисеенко Т.И.// Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: Монографический сборник / Под ред. акад.РАН Ю.А.Израэля и др.-Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 1999. С.42-71.
- [9] Моисеенко Т.И. Эколого-токсикологические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы субарктики (на примере Кольского Севера) Автореф. Дис... д-ра биол.наук.-СПб.,1992.- 41 с.
- [10] Алексеенко В.А., Хованский А.Д. Основы выделения элементарных ландшафтов рек и водохранилищ // Изв. СКНЦ ВШ. Сер.Естеств.науки. 1983. № 4 (44) С.10-14.
- [11] Саэт Ю.Б. Геохимия окружающей среды.- М.: Наука, 1990.- 335 с.
- [12] Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – sedimentological approach// Water Res. 1980. V 14. P.975-1001.
- [13] Оценка экологического состояния поверхностных вод Севера: седиментологический подход / Даувальтер В.А. // Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: Монографический сборник/Под ред. акад.РАН Ю.А.Израэля и др.- Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 1999. С.212-227.
- [14] Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Флик Е.А. Возможность количественной оценки экологической опасности загрязнения тяжелыми металлами воды водохранилищ юга России// Вестник Южного Научного Центра РАН.- 2007.-Том 3; № 3. С.62-70.
- [15] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем /Под ред. Абакумова В.А.- СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

[16] Методические указания по рыбохозяйственным требованиям к расчету ПДС с учетом ассимилирующей способности водоемов/ ГОС-НИОРХ.- Л., 1988. 23 с.

[17] Мониторинг качества вод: оценка токсичности/ А.М.Никаноров, Т.А.Хоружая, Л.В. Бражникова, А.В.Жулидов; СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 159 с.

[18] Правила охраны поверхностных вод (типовые положения)/ Госкомприроды СССР. М.,1991. 34 с.

[19] Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям //Сборник нормативно-методических документов по организации и осуществлению мониторинга поверхностных вод. Харьков; ИД «ИНЖЕК», 2007. 38 с.

[20] Commision proposal for Council Directive establishing a Framework for a European Community Water Policy (Consultation draft and Explanatory memorandum (4/12/96).

[21] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official J.Europ.Communities.- 2000.- L.327/1/ 118 p.

[22] Методические основы и критерии оценки состояния и статуса экологического неблагополучия водных объектов с высоким уровнем техногенного воздействия. Отчет о НИР (заключит.)/ГХИ; Руководитель А.М.Никаноров; Страдомская А.Г., Шлычкова В.В., Хоружая Т.А., Сергиенко Е.В. Шифр темы 1.4.4.3; № ГР 0120.0806035; Инв.№ 0220.0804056.- Ростов-на-Дону, 2007. 39 с.

[23] Экологическое неблагополучие водных объектов: показатели, оценки / Хоружая Т.А., Сергиенко Е.Ю.// Экологические проблемы. Взгляд в будущее: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2008. 487-491с.

[24] Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности.- М.: Книга-Сервис, 2002. 208 с.

[25] Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод.- СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 575 с.

[26] Ежегодники качества поверхностных вод РФ, 2000-2005 гг.- Обнинск: ВНИИГМИ МЦД.

[27] Ежегодник качества поверхностных вод РФ, 2006. - Ростов-на-Дону: Гидрохимический институт, 2008. 492 с.