МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

Р
52.24.756–
2011

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

Ростов-на-Дону
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Государственным учреждением Гидрохимический институт (ГУ ГХИ) Росгидромета

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

3 СОГЛАСОВАНЫ с ГУ «НПО «Тайфун» 20.04.2011
и УМЗА Росгидромета 25.04.2011

4 УТВЕРЖДЕНЫ Заместителем Руководителя Росгидромета 26.04.2011

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ГУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.24 756 -2011 от 29.04.2011

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ



Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2011

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 6
4.1 Влияние химического загрязнения на водные организмы 6
4.2 Классы опасности химических веществ (для рыбохозяйственных водоемов) 7
5 Принципы оценки опасности токсического загрязнения ПВС при ЧС 7
6 Критерии оценки опасности токсического загрязнения 9
7 Створы наблюдений 9
8 Общие требования к порядку выполнения работ 10
9 Оценка опасности токсического загрязнения по химическим показателям загрязненности ПВС 10
9.1 Оценка по критериям высокого и экстремально высокого загрязнения водного объекта 10
9.2 Оценка по критериям уровня токсического загрязнения воды 11
9.3 Оценка по суммарным коэффициентам загрязненности воды 12
9.4 Оценка по критериям высокого уровня загрязненности донных отложений 12
9.5 Оценка по критериям загрязненности с учетом трофности 13
10 Оценка опасности токсического загрязнения по биологическим показателям состояния и загрязненности водных экосистем 15
10.1 Принцип оценки 15
10.2 Биоиндикация состояния сообществ водных организмов 15
10.2.1 Оперативная экспресс-оценка 15
10.2.2 Оценка по гидробиологическим показателям 16
10.3 Биотестирование токсичности воды и донных отложений 18
11 Выявление состояния экологического неблагополучия 20
11.1 Общие положения 20
11.2 Принципы оценки экологического неблагополучия водных объектов 21
11.2.1 Оценка по химическим показателям 21
11.2.2 Оценка по биологическим показателям 23
Приложение А (справочное) Экологическая опасность и экологический риск 29
Приложение Б(справочное) Опасность загрязняющих веществ для гидробионтов 31
Библиография 36

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, связанной 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 аварийных 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 сети Росгидромета, осуществляющим 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.

РЕКОМЕНДАЦИИ

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

Дата введения - 2011– 10 – 01

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 **высоко загрязненные воды:** Воды с повышенным содержанием одного или нескольких загрязняющих веществ, исключающим или существенно ограничивающим водопользование.

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 высоко загрязненных вод:** Участок водного объекта с высоко загрязненными водами.

3.1.23 **зона экологического бедствия:** Территория с неблагоприятным состоянием естественных экосистем (деградацией экосистем), ко-

торая 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) в отличие от хронического токсического действия [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 **$ЛК_{50}$:** 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:

$БПК_5$ – 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;
КВ – качество воды;
КДА – коэффициент донной аккумуляции;
КО – класс опасности;
ОТД – острое токсическое действие;
ПДК – предельно допустимая концентрация;
pH – 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 грибков, 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 водопользователей, 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 загрязняющих веществ (ЗВ) в водный объект (водосбор, литораль, профундаль), масштаба зоны распространения загрязнения, компонентного состав 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 проводился отбор проб на химический и биологический анализ в связи с ЧС.

Створы по возможности следует приурочивать к створам систематических гидрологических, гидрохимических и гидробиологический 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 устанавливают 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, по химическим веществам, обусловившим высокое загрязнение, продолжительности воздействия ЗВ, а также данные визуального осмотра участка);
- ретроспективную и текущую гидробиологическую информацию по состоянию сообществ фитопланктона, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса (по численности, биомассе, биоразнообразии, 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, железа 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 ($БПК_5$) от 10 до 40 мг O_2/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/дм^3 и менее;

- увеличение $БПК_5$ воды свыше 40 мг/ дм^3.

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/ дм^3 [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 качества 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 $У_1$ для каждого токсичного ЗВ по формуле

$$У_1 = C_i/ПДК_i, \quad (1)$$

где C_i – концентрация i-го компонента состава загрязнения, мг/дм^3;
$ПДК_i$ – ПДК i-го компонента состава загрязнения, мг/дм^3.

9.3.3 Если ПДК превышены даже на фоновом створе, то рассчитывают коэффициент загрязненности $У_2$ для каждого токсичного ЗВ по формуле

$$У_2 = (C_i/C_{фон\ макс.}) - 1, \quad (2)$$

где $C_{фон\ макс.}$ – максимальная фоновая величина концентрации этого компонента в данном регионе, мг/дм^3.

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

$$\sum У_1 = \sum(C_i/ПДК_i), \quad (3)$$

$$\sum У_2 = \sum(C_i/C_{фон\ макс.}) - 1. \quad (4)$$

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 К и суммарный показатель загрязненности $К_{сум}$.

Коэффициент концентрации рассчитывают как отношение содержания индивидуального ЗВ на участке ЧС – $С_{чс}$ к фоновому $С_ф$

$$К = С_{чс}/С_ф. \quad (5)$$

Суммарный показатель загрязненности $К_{сум}$ рассчитывают по формуле

$$К_{сум} = К_{с1} + К_{с2} + К_{с3+} \ldots К_{ci} – (n-1), \quad (6)$$

где n – число учитываемых ЗВ;

$С_i$ – концентрация i-го компонента состава загрязнения, мг/дм^3.

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 «поправ-

ки 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.

Т а б л и ц а 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 $E_r < 20$	$75 \leq R < 100$	Умеренная
3	$20 \leq Er < 40$	$100 \leq R < 300$	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 гидробиологического анализа «живых» 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, 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.

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 (ХТД) (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.

Т а б л и ц а 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	по макрозообентосу	
		ИС	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 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 высоко токсичной 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 РД 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 удается захватить с собой на место ЧС или аварии культивируемых гуппи или данио. Поэтому допускается использо-

вать 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 согласно 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» согласно 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 – очень плохим. Это соответству-

ет 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 на рыбах (организмах-представителях высших трофических звеньев водной экосистемы), в частности, на природных популяциях. В этом случае можно будет по результатам биотестирования ориентировочно прогнозировать влияние фактической загрязненности 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 оценки долговременных последствий 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, на-

рушение процессов самоочищения, изменение окислительно-восстановительной обстановки, нарушение газового режима, в т.ч. дефицит 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

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

11.2.1 Оценка по химическим показателям

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 токсичные 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, pH, 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 ЗВ[1)] в донных отложениях рассчитывают коэффициент донной аккумуляции КДА по формуле

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

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

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

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

КДА выражают как $n_{кда} \times 10^{3-4}$, где $n_{кда}$ – 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.

Т а б л и ц а 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	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Увеличение по сравнению с фоновым створом для веществ 1-2 КО до 3 раз; 3-4 КО до 10 раз	Класс КВ I- II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"
КДА в донных отложениях веществ 1 и 2 КО	Более $n_{кда}^{2)} \times 10^4$	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	Менее $n_{кда}^{2)} \times 10^3$	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"

Окончание таблицы 5

Экологическое бедствие			Относительно удовлетворительное состояние	
Объект анализа	Параметры состояния	Класс КВ[1)]	Параметры состояния	Класс КВ
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	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	4-6	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"
pH воды	Менее 4,0; более 9,7	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная"	6,5-8,5	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"
Пленка на поверхности воды	Сплошная темная пленка; покрытие поверхности на площади 2 км^2 и более при обозримой площади более 6 км^2	Класс КВ IV-V, вода "грязная" – "экстремально грязная'	Отсутствие пленки	Класс КВ I-II, вода "условно чистая"- "слабо загрязненная"

[1)] По РД 52.24.643

[2)] $n_{кда}$ – *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, ихтиофауны. Относительно удовлетворительное состояние включает естественное для каждого биотопа экосистемы развитие сообществ с учетом сезонных циклов, 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 таковая 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			
	чрезвычайной экологической ситуации		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
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 грибков, 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 – 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 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
Фитопланктон	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.

Т а б л и ц а 8 - Параметры экологического бедствия по интегральным показателям

Показатель	Параметр состояния	
	экологического бедствия	относительно удовлетворительного
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 состоянии экологического неблагополучия водного объекта или его участка согласно таблице 9.

Т а б л и ц а 9 - Оценка состояния экологического неблагополучия водного объекта (участка) по данным биотестирования в случае разбавления высоко токсичных 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 наблюдений[1)].

[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, синонимами ЭР часто 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 подразделяют на:

- стабильные, практически не трансформирующиеся в водной среде (например, хлориды, ионы натрия);
- нестабильные (неустойчивые), которые в результате биодеградации 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 $ЛК_{50}$, 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 мг/ $дм^3$ за 96-120 ч биотестирования. Для этих веществ ПДК составляют значения порядка 0,0001-0,01 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 высоко токсичные вещества, для которых ПДК менее 0,0001 мг/$дм^3$, обладающие свойствами накапливаться в воде, донных отложениях гидробионтах (в т.ч. промысловой рыбе). К таким высоко токсичным 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; $N(NH_4^+)$ = 0,39
Нитрат-ионы (NO_3^-)	Санитарно-токсикологический	3	40,0; $N(NO_3^-)$ = 9,00
Нитрит-ионы (NO_2^-)	Токсикологический	Усл. 4	0,08; $N(NO_2^-)$ = 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 ($A1^{3+}$)	Токсикологический	4	0,04
Олово (Sn^{4+})*	Токсикологический	4	0,112
Ванадий (V^{5+},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
Капролактам	Токсикологический	3	0,01
Лигносульфонаты	Санитарно-токсикологический	3	1,0
Лигнин	Санитарно-токсикологический	3	2,0
Ксантогенат бутиловый	Органолептический	4	0,001
Дитиофосфат крезиловый	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, концен-

трациями 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 значительно 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 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 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» синезеленых 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.: Гидрометеоиздат, 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] Сает 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.: Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.

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

[17] Мониторинг качества вод: оценка токсичности/ А.М.Никаноров, Т.А.Хоружая ,Л.В. Бражникова , А.В.Жулидов; СПб.: Гидрометеоиздат, 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. С. 487- 491.

[24] Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности.- М.: Книга-Сервис, 2002. 208 с.

[25] Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод.- СПб.: Гидрометеоиздат, 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.

Лист регистрации изменений

Номер изме-не-ния	Номер страницы				Номер докумен-та	Под-пись	Дата	
	изме-нен-ной	заме-нен-ной	но-вой	аннули-рован-ной			внесения измене-ний	введения измене-ний

gost.e-ecolog.ru