РД 52.24.633—2002

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Гидрохимическим институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

2 РАЗРАБОТЧИКИ В. А. Брызгало, канд. хим. наук; Л. П. Соколова, канд. хим. наук; Л. С. Косменко, канд. хим. наук

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ первым заместителем Руководителя Росгидромета Ю. С. Цатуровым 24 апреля 2002 г.

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Центральным конструкторским бюро гидрометеорологического приборостроения (ЦКБ ГМП) за номером РД 52.24.633—2002 от 15 мая 2002 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие положения 3
5 Формирование сети и программы наблюдений 6
5.1 Формирование сети наблюдений 6
5.2 Программа наблюдений 8
5.3 Частота и сроки отбора проб 9
6 Проведение наблюдений 10
7 Оценка уровня экологического регресса пресноводных экосистем 11
Приложение А Результаты расчета уровня экологического регресса пресноводных экосистем 19
Приложение Б Библиография 29

Введение

Основанием для разработки настоящих методических указаний явилась необходимость регламентации деятельности оперативно-производственных подразделений Росгидромета по организации специальной подсистемы для проведения мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем.

Состояние водных объектов России, особенно малых рек, в экономически развитых регионах продолжает оставаться неблагополучным, а качество воды в большинстве из них не удовлетворяет современным нормативным требованиям.

Антропогенное воздействие, выраженное в дополнительном поступлении в водные объекты органических и неорганических веществ, приводит к увеличению нагрузки на трофические цепи, нарушается естественное равновесие между абиотической и биотической составляющими. Экосистема становится менее устойчивой, как всякая неравновесная система. Поступление токсических веществ в водный объект приводит к гибели особо чувствительных организмов, как правило, относящихся к „пастбищной составляющей биотического круговорота". Начинают доминировать сообщества, ответственные за процессы разложения, — бактерии, микроскопические водоросли.

Постоянное поступление большого количества аллохтонного органического вещества „освобождает" экологическую систему от необходимости самостоятельного продуцирования органического вещества из неорганического. Происходит упрощение отношений биоценоза с окружающей средой и как следствие его организационная деградация, приводящая, как правило, к экологическому регрессу. Антропогенный экологический регресс проявляется обычно в уменьшении видового разнообразия, пространственно-временной гетерогенности, увеличении энтропии, упрощении межвидовых отношений в трофической цепи, значительном увеличении интенсивности метаболизма биоценозов.

Обобщение многолетней информации по качественным и количественным показателям развития гидробиоценоза в водных экосистемах, регрессирующих в условиях высокой антропогенной нагрузки, позволило оценить приоритетность водных сооб-

ществ с точки зрения отклика экосистемы, в которой они преобладают, на внешнее воздействие и выявить основные черты их многолетней сукцессии в современных условиях.

Весьма информативным, быстро реагирующим на загрязнение показателем может быть общая численность бактериопланктона. Выявлена довольно четкая прямая связь этого показателя со степенью антропогенного воздействия, что позволило выделить градации модальных интервалов значений численности, соответствующих определенным уровням экологического регресса.

К числу надежных биоиндикаторов загрязнения водных экосистем, особенно придонного слоя, следует отнести зообентосное сообщество, многолетняя сукцессия которого проявляется в повышении относительной численности олигохет и уменьшении видового и группового состава.

Исследования показали, что уже многие годы групповой состав бентофауны водных экосистем, пребывающих в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса, в основном представлен двумя группами с тенденцией к формированию олигохетно-хирономидного комплекса. Для этих водных экосистем многолетняя сукцессия проявляется в угнетении развития бентофауны в целом вплоть до ее гибели.

Перспективным для оценки состояния водной толщи следует считать перифитонное сообщество, формирование которого мало зависит от случайных местных загрязнений. Режимная информация о состоянии этого сообщества в некоторых водных экосистемах, регрессирующих при современной антропогенной нагрузке, показала, что к числу основных закономерностей его многолетней сукцессии следует отнести в первую очередь обеднение видового состава и тенденцию к выходу на доминирующее положение α- и χ-α-сапробных видов. В числе массовых в основном были *Nitzschia palea*, *Gomphonema olivaceum*, *Synedra ulna* и виды из рода *Oscillatoria*.

При оценке состояния водной толщи озер и водохранилищ в качестве биоиндикатора особенно широко используются показатели развития зоопланктонного сообщества, которое характери-

зуется постоянством видового состава, динамической устойчивостью и определенной, присущей ему организацией.

Режимные наблюдения на водотоках, регрессирующих в условиях современного внешнего воздействия, подтверждают заключение о перспективности использования отдельных показателей развития зоопланктонного сообщества при оценке загрязненности. Многолетняя сукцессия этого сообщества сводится:

— к снижению общей численности на фоне естественного природного низкого уровня развития (до одного-двух десятков тысяч экземпляров в 1 $м^3$);

— к обеднению группового состава до двух групп, в основном коловраток и циклопид;

— к перестройке видового состава в сторону преобладания в развитии полисапробных видов.

Одним из важнейших сообществ водных экосистем, оказывающим влияние на качество вод, является фитопланктон.

Фитопланктону принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования водоемов. Обобщение многолетней информации о состоянии этого сообщества в водных экосистемах, находящихся в состоянии экологического регресса, позволило оценить перспективность использования отдельных показателей его развития при оценке загрязненности поверхностных вод. В большинстве случаев закономерности многолетней сукцессии при усилении антропогенной нагрузки проявляются:

— в перестройке видового состава доминирующего комплекса в сторону усиления развития, например таких β-α- и α-сапробных видов, как *Nitzschia palea*, *Aphanizomenon flos-aquae* и виды из рода *Oscillatoria*;

— в краткосрочной, ограниченной во времени и в пространстве вспышке вегетации диатомовых и синезеленых водорослей;

— в нарушении сезонного хода развития синезеленых водорослей и выходе их весной на доминирующее и содоминирующее положение;

— в деградации сообщества вплоть до его гибели.

Столь серьезные структурные преобразования сообществ происходят за счет усиления токсического воздействия на биоту многих загрязняющих веществ, поступление которых в водоемы и водотоки остается по-прежнему высоким. Это чрезвычайно опасные вещества — свинец, бенз(а)пирен, ртуть, кадмий — и высокоопасные вещества — сероводород, сероуглерод, кислота серная, бензол, фтористые соединения, дихлорэтан, фенол, медь, формальдегид, метилмеркаптан, марганец, никель, хлор, мышьяк. Причем эффект токсического воздействия может проявляться как при прямом поступлении в водоемы токсичных веществ, так и на определенных стадиях их трансформации. Кроме того, для большинства водных экосистем в настоящее время характерны заметные различия в развитии сообществ водной толщи и дна, что обусловлено снижением стабильности экосистемы при переходе ее в новое трофическое состояние и усилении процессов эвтрофирования и экологического регресса.

Интенсивно нарастающий экологический регресс водных объектов, а также своеобразие этого процесса предъявляют особые требования к выбору путей и методов контроля и защиты водных экосистем. Назрела необходимость создания в рамках Государственной службы наблюдений (ГСН) подсистемы контроля за экологическим регрессом водных экосистем.

Как показал анализ многолетней гидробиологической информации, отсутствие длительных рядов наблюдений гидробиологической сети ГСН, неудовлетворительное пространственно-временное разрешение, не всегда достаточный комплекс контролируемых параметров не позволяют точно оценить скорость и масштабы экологического регресса.

Ряды наблюдений за динамикой развития сообществ водных организмов вследствие необеспеченности необходимой частоты контроля не всегда отражают экстремумы в развитии гидробионтов и в первую очередь фитопланктона. Нередки случаи отсутствия в программе наблюдений показателей его развития.

Для объективной оценки последствий экологического регресса требуется особый подход к расположению створов, срокам отбора проб и перечню определяемых показателей и особенно к разработке систем оценки уровня регресса экосистем.

В настоящих методических указаниях изложены положения, относящиеся к специфике наблюдений за экологическим регрессом водоемов и водотоков России. Наиболее общие положения организации и проведения режимных наблюдений взяты из отраслевых нормативных документов. В работе использованы данные многолетних наблюдений, проводимых гидробиологической и гидрохимической подсистемами ГСН за загрязнением природной среды Росгидромета. Настоящие методические указания разрабатывались на основе результатов обобщения многолетней режимной гидрохимической и гидробиологической информации и оценки пространственной, внутригодовой и межгодовой изменчивости комплекса приоритетных гидрохимических и гидробиологических показателей состояния пресноводных экосистем России, регрессирующих в условиях современного антропогенного воздействия.

РД 52.24.633—2002

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем

Дата введения 2003—06—01

1 Область применения

Настоящие методические указания предназначены для оперативно-производственных подразделений Росгидромета, осуществляющих наблюдения за изменчивостью химико-биологического состояния поверхностных вод суши в рамках ГСН за загрязнением природной среды, для подразделений соответствующих министерств, осуществляющих природоохранную деятельность в районах повышенного риска антропогенного загрязнения, а также для научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами оценки и прогнозирования последствий антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы.

2 Нормативные ссылки

В настоящих методических указаниях использованы ссылки на следующие стандарты:

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

ГОСТ 19179—73 Гидрология суши. Термины и определения

3 Термины и определения

В настоящих методических указаниях применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Антропогенное экологическое напряжение — состояние биоценоза, выражающееся в увеличении его разнообразия, в частности в увеличении общего числа видов, усложнении межвидовых отношений, увеличении пространственно-временной гетерогенности, усложнении временной структуры и пищевой цепи и т. д. [2, 3].

Антропогенный метаболический регресс — состояние биоценоза, характеризующееся снижением активности биоценоза по сумме всех процессов образования и разрушения органического вещества, включая процессы первичного продуцирования водорослями макрофитов, перифитона и планктона, продукцию хемосинтетиков, а также вторичную продукцию бактерий и зооценоза водоема [2, 3].

Антропогенный экологический регресс — состояние биоценоза, характеризующееся уменьшением разнообразия и пространственно-временной гетерогенности, упрощением межвидовых отношений, временной структуры, трофических цепей [2, 3].

Вариационный ряд — совокупность значений варьирующего признака [4].

Вариация — изменчивость значений признака [4].

Водный объект — сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима (по ГОСТ 19179).

Водоток (река) — водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углубленной поверхности (по ГОСТ 19179).

Границы интервала (интервальная разность) — разность между верхним и нижним значениями исследуемого параметра [4].

Динамические (временные) ряды — ряды показателей, характеризующих величину явления по состоянию на определенные моменты времени (моментальные ряды) или за определенные периоды (интервальные ряды) [4].

Модальный интервал — интервал, включающий наиболее часто встречающиеся значения в данном вариационном ряду [4].

Поверхностные воды — воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов (по ГОСТ 19179).

Пункт (створ) наблюдений за состоянием поверхностных вод суши — место на водоеме или водотоке, в котором производят комплекс работ для получения данных о качестве воды и развитии биоценоза, предназначенных для последующего обобщения по времени и пространству и представления обобщенной систематической информации заинтересованным организациям.

Сеть пунктов наблюдений — совокупность пунктов наблюдений конкретного вида, построенная по научно обоснованному принципу.

Состояние водного объекта — характеристика водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования.

Примечание — К количественным и качественным показателям относятся: расход воды, скорость течения, глубина водного объекта, температура воды, pH, $БПК_5$ и другие гидрохимические и гидробиологические показатели (по ГОСТ 17.1.1.01).

Токсичность воды — свойство воды вызывать развитие патологического процесса или гибель тест-объекта [1].

4 Общие положения

4.1 Подсистема мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем (далее подсистема мониторинга) входит в качестве специального вида в состав системы мониторинга поверхностных вод суши.

4.2 Для оценки последствий экологического регресса необходимо иметь большие ряды комплексных наблюдений (статистически достоверные многолетние данные) за изменением специфических показателей, характеризующих направление и скорость природных модификаций биоценозов с учетом региональных особенностей экосистем. Подобные исследования частично осуществляются последние 15—20 лет силами сетевых и научных подразделений Росгидромета по единой программе с использованием унифицированных методов постановки и проведения комплексных гидролого-гидрохимических и гидробиоло-

гических наблюдений на водных объектах. Поэтому изучение экологического регресса в пресноводных экосистемах целесообразно рассматривать как один из видов специальных режимных наблюдений в мониторинге поверхностных вод ГСН (наряду с такими, как системы специальных наблюдений за загрязнением поверхностных вод пестицидами [5], антропогенным эвтрофированием пресноводных экосистем [6], состоянием поверхностных вод в районах разработки месторождений нефти и газа [7], состоянием трансграничных поверхностных вод суши [8]).

4.3 Задачей подсистемы мониторинга является обеспечение наблюдений для оценки:

— последствий экологического регресса при антропогенном воздействии на экосистемы;

— природного экологического состояния водоемов и водотоков и возможных его изменений при усилении антропогенного воздействия;

— направлений изменений структурной организации сообществ водных организмов с учетом специфики и длительности внешнего воздействия.

Подсистема мониторинга включает изучение фоновых характеристик природной среды. Показатели фонового мониторинга, наиболее близкие к естественным природным, чрезвычайно важны как „точки отсчета" для любых суждений об антропогенных изменениях.

4.4 Подсистема мониторинга в России создается впервые. Последовательность внедрения подсистемы определяется исходя из возможностей действующей в настоящее время гидрохимической и гидробиологической сети ГСН. В ее состав должны войти пункты действующей сети, в которых обеспечен длительный ряд наблюдений по комплексу гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей. В настоящее время оценку последствий антропогенного воздействия можно проводить с помощью:

— сопоставления результатов наблюдений по пунктам и срокам и выделения приоритетных гидрохимических и гидробиологических показателей;

— анализа пространственно-временной изменчивости этих показателей;

— выявления специфических особенностей в развитии сообществ водных организмов при усилении антропогенного воздействия;

— ранжирования участков реки по уровню загрязненности с регрессирующим последствием антропогенного воздействия.

4.5 Поскольку экологический регресс водных экосистем проявляется в заметном изменении не только количественных показателей развития всех трофических уровней, но и структурной организации экосистем, наблюдения за развитием основных сообществ водных организмов должны включать показатели, отражающие изменчивость этих признаков. К ним относятся:

— качественные и количественные показатели развития планктонных сообществ и комплекса ведущих и доминирующих видов;

— соотношения между основными группами организмов;

— качественные и количественные показатели развития донных сообществ;

— видовой состав перифитона, соотношения видов разной сапробности в доминирующем комплексе;

— общая численность бактерий (при наличии микробиологической лаборатории).

4.6 В качестве основы для интегральной оценки последствий экологического регресса пресноводных экосистем используют сравнительный метод, который основан на сопоставлении результатов обобщения многолетней (10—20 лет) гидробиологической информации, полученной в пунктах режимных наблюдений с разным уровнем антропогенного воздействия, в том числе и в условно „фоновом" пункте.

4.7 Количественную оценку уровня экологического регресса проводят с использованием модальных интервалов многолетних вариационных рядов количественных показателей развития сообществ водных организмов и качественных характеристик нарушения их структуры [3].

4.8 Достоверность и объективность оценки уровня экологического регресса требуют соблюдения следующих условий:

— использование в качестве исходной многолетней гидробиологической информации, представляющей результаты анали-

за проб, отобранных в назначенных пунктах при строгом соблюдении сроков отбора;

— проведение оценки по результатам режимных наблюдений, выполняемых на единой методической основе в лабораториях контроля за загрязнением поверхностных вод в системе ГСН; допускается включение результатов специальных научных подразделений;

— сравнение результатов наблюдений, полученных на различных участках водных объектов, по идентичным показателям и в единые сроки отбора проб.

5 Формирование сети и программы наблюдений

5.1 Формирование сети наблюдений

5.1.1 Формирование сети наблюдений за экологическим регрессом производят на основе анализа размещения действующих в системе ГСН пунктов контроля. Анализ включает:

— оценку наиболее характерных, представительных участков экосистем;

— учет неравномерности антропогенного воздействия, а следовательно, и физико-химических условий водной среды.

В качестве репрезентативных выбирают те зоны, районы, участки водных объектов, где наиболее отчетливо проявляется исследуемый процесс по показателям сообществ, привязанных к соответствующим биотопам и имеющих свою пространственную и временную организацию.

5.1.2 Высокая антропогенная нагрузка на пресноводные экосистемы России на фоне серьезных изменений природных условий их формирования и функционирования за счет сооружения плотин и гидроузлов усиливает вероятность появления критических ситуаций, в результате которых могут возникать серьезные экологические последствия. Для ранней диагностики их возникновения необходимо в систему наблюдения включить пункты оперативного контроля с целью выявления пространственных неоднородностей распределения величин, характеризующих функционирование экосистемы как водоема в целом, так и отдельных его биотопов.

Для оперативного заключения о возникновении экологических последствий антропогенного воздействия необходимо использовать высокоинформативные показатели, с помощью которых можно судить о наличии глубоких качественных и количественных изменений в структурно-функциональной организации гидробиоценоза при современном уровне нагрузки на экосистемы.

К числу таких показателей можно отнести:

— соотношение живых и мертвых клеток фитопланктона;

— концентрацию хлорофилла „а";

— индекс сапробности по массовым видам фито- или зоопланктона;

— относительную численность олигохет в макрозообентосном сообществе.

Перспективными являются и методы, основанные на исследовании различных физиолого-биохимических показателей [9]. К ним следует отнести в первую очередь следующие методы биоиндикации:

— определение активности ферментов сестона и бентоса;

— оценку скорости потребления и биодеградации метаболитов;

— определение соотношения скоростей продукционно-деструкционных процессов.

Программа оперативного биомониторинга, особенно при рекогносцировочном обследовании объектов, должна включать методы определения токсичности водной среды — биотесты [1]. Внедрение экспрессных биотестов в систему наблюдений дает оперативную информацию о наличии в водной среде биологически опасных загрязняющих веществ и позволяет провести приближенную оценку степени вредного действия этих веществ на гидробионты.

При проведении оперативного обследования состояния водного объекта особенно важно провести отбор проб по всей акватории за время, много меньшее его временной и пространственной изменчивости, с интервалом протяженности, исключающим пропуск характерных аномальных участков водного объекта. Для этого используют экспрессную съемку водного объекта с помощью воздушной станции наблюдения (ВСН) [10].

5.1.3 Пункты режимных наблюдений выбирают на таких участках водных объектов, на которых:

— наиболее часто отмечаются случаи экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) по приоритетным загрязняющим веществам, в первую очередь токсичным;

— наиболее ярко проявляются различия в структурно-функциональной организации сообществ водных организмов, что наиболее наглядно отражает последствия антропогенного воздействия;

— под влиянием как существующих, так и проектируемых источников поступления загрязняющих веществ потенциально возможно усиление антропогенного воздействия.

5.1.4 При наличии на водном объекте действующих пунктов режимных наблюдений сети ГСН им и отдается предпочтение.

5.2 Программа наблюдений

5.2.1 Контроль экологического регресса проводят по комплексной программе, включающей согласованные во времени и в пространстве гидрохимические и гидробиологические наблюдения.

5.2.2 В число обязательных при систематическом контроле экологического регрессса должны быть включены в первую очередь следующие интегральные показатели ухудшения состояния водной среды:

— содержание растворенного в воде кислорода;

— $БПК_5$;

— содержание азота аммонийного;

— общая численность бактериопланктона.

Под особый контроль необходимо взять наблюдения за следующими специфическими высокотоксичными веществами:

— соединениями свинца, ртути, хрома, кадмия, никеля, мышьяка, фтора;

— серосодержащими соединениями (сероводородом, сульфидами);

— бенз(а)пиреном, метилмеркаптаном, метанолом, формальдегидом.

5.2.3 Гидробиологические наблюдения в первую очередь должны быть ориентированы на изучение многолетней сукцес-

сии зообентосных сообществ. На водных объектах с полной или частичной деградацией бентофауны в состав наблюдений включают контроль состояния планктонных сообществ водных организмов, водной толщи. На малых реках с быстрым течением, где планктонные сообщества недостаточно развиты, наблюдения проводят за состоянием перифитона. Такая ориентация наблюдений по составу обусловлена необходимостью диагностики тенденций изменения тех сообществ, которые еще находятся в относительно „сохраненном" состоянии, но антропогенное воздействие достигло опасного уровня.

5.2.4 В число индикаторов оперативного обнаружения экологического регресса должны быть включены следующие показатели состояния сообществ водных организмов:

— частота встречаемости случаев гибели сообществ и поврежденных видов;

— относительная численность α-сапробных видов в планктонных сообществах;

— относительная численность олигохет в макрозообентосных сообществах.

5.3 Частота и сроки отбора проб

5.3.1 При определении частоты и сроков отбора проб необходимо исходить из следующих положений:

— частота наблюдений должна определяться естественной периодичностью развития контролируемых водных сообществ и экологическими особенностями водного объекта. При этом сроки наблюдений должны быть приурочены к периодам как достаточного количественного развития биоты, так и ее угнетения;

— учитывая степень стабильности экосистемы, определяемую по данным многолетних наблюдений, возможны сокращения наблюдений по составу и частоте контроля. При наличии достаточного ряда наблюдений последние можно проводить по одному-двум показателям в наиболее важные фазы развития контролируемых сообществ;

— учитывая сроки сбросов сточных вод, характер и степень „стабильного" загрязнения, возможно установление дополнительных сроков отбора проб.

5.3.2 При наличии в пунктах контроля режимных наблюдений частота и сроки отбора проб должны учитывать особенности физиологии развития сообществ водных организмов, региональную специфику антропогенного воздействия на водные объекты, а также требования оперативности получения информации.

5.3.3 В начальный период организации целесообразно проводить наблюдения с учетом сроков возможного поступления в водный объект загрязняющих веществ и начала весеннего и летнего половодья.

При наличии многолетнего ряда режимных наблюдений, позволяющего установить цикличность различных компонентов системы, возможно снижение частоты контроля за счет проведения его в наиболее характерные сроки вероятного усиления экологического регресса.

6 Проведение наблюдений

6.1 Отбор проб воды для режимных наблюдений за показателями развития сообществ водных организмов и состоянием водной среды их обитания проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими требования по отбору проб и пробоотборным устройствам [11—13].

6.2 Рекогносцировочные обследования водных объектов с целью определения пространственной неоднородности их экологического состояния требуют использования нетрадиционных методов отбора проб воды и донных отложений на гидрохимический и гидробиологический анализы, обеспечивающих достаточную репрезентативность и экспрессность результатов.

Перспективной и удовлетворяющей этим требованиям является методика отбора проб воды с борта вертолетной ВСН. Она описана в соответствующих методических рекомендациях [10].

Согласно рекомендациям, отбор проб проводят специально разработанными пробоотборниками, позволяющими осуществлять отбор из поверхностного и придонного слоев при одном погружении в водный объект и, кроме того, использовать вертолетную технику для отбора проб фитопланктона и макрозообентоса [9].

6.3 Особые требования должны предъявляться к отбору проб фитопланктона и макрозообентоса. Методы отбора и орудия лова, помимо поставленных задач, должны учитывать морфометрию водного объекта, тип грунта и специфику развития сообществ водных организмов [3].

6.4 Программа наблюдений включает определение неконсервативных показателей (анализ первого дня) и гидрохимических и гидробиологических показателей в пробах после их консервации.

6.5 Консервацию проб, их анализ и представление результатов производят в соответствии с [3, 11—13].

6.6 Контроль точности результатов измерения гидрохимических показателей проводят согласно [14].

По специальным разрешениям допускается использование дополнительных методик.

6.7 Результаты анализа проб оформляются по принятым в ГСН формам и передаются в соответствии с директивными документами [15].

7 Оценка уровня экологического регресса пресноводных экосистем

7.1 По многочисленным исследованиям последних лет установлено, что планктонным и бентосным сообществам водных организмов принадлежит ведущая роль в индикации природных модификаций пресноводных экосистем, антропогенное воздействие на которые вызывает как эвтрофирующий, так и регрессирующий эффекты [2, 3, 6, 9, 16].

7.2 Оценка уровня регресса пресноводных экосистем по приоритетным показателям перестройки структурной организации сообществ водных организмов проводится по результатам статистической обработки и сравнительного анализа многолетней режимной информации о количественных показателях развития биоценозов водоемов и водотоков, регрессирующих в условиях современного антропогенного воздействия.

7.3 Основными признаками усиления экологического регресса в развитии донных сообществ являются:

— снижение гетерогенности и общего таксономического разнообразия, упрощение трофической структуры за счет выпрямления и укорачивания пищевых цепей;

— нарушение биологических фаз на фоне отчетливого проявления ответных реакций на антропогенное воздействие, выражающихся в быстром изменении трофической структуры сообщества;

— угнетение развития отдельных групп организмов и в первую очередь представителей чистых вод (веснянок, поденок, ручейников и т. д.).

Подобные нарушения могут привести к метаболическому регрессу, основными признаками которого следует считать резкое падение численности сообщества и присутствие в пробах лишь хитиновых остатков организмов.

Несомненное преимущество и перспективность использования для индикации уровня экологического регресса водных экосистем показателей развития макрозообентоса в сравнении с другими сообществами водных организмов определяются [3]:

— принадлежностью к определенным субстратам;

— большой лабильностью при реакции на загрязнение;

— значительной устойчивостью к паводковому сносу и повышенной мутности воды по сравнению с планктонными сообществами;

— высокой чувствительностью к воздействию токсического и теплового загрязнений.

Для оценки уровня экологического регресса были использованы модальные интервалы многолетних вариационных рядов общей численности макрозообентоса и относительной численности группы олигохет, закономерности изменчивости которых позволили выделить следующие градации:

— от 1,0 до 85,0 тыс. экз./м^2 и от 30 до 98 % относительной численности группы олигохет — антропогенное напряжение с элементами экологического регресса;

— от 0,10 до 30,0 тыс. экз./м^2 и от 50 до 100 % относительной численности олигохет — элементы экологического регресса;

— от 0,01 до 10,0 тыс. экз./м^2 и от 70 до 100 % относительной численности олигохет — экологический регресс.

7.4 К числу приоритетных признаков отклика водных экосистем на антропогенное воздействие может быть отнесено и фитоперифитонное сообщество, которое благодаря принадлежности к субстрату позволяет судить о последствиях загрязнения за определенный промежуток времени, а также и о ранее имевшем место ухудшении состояния водной толщи [3].

Тогда для оценки уровня экологического регресса используют следующие признаки изменения состояния перифитонного сообщества:

— для экосистем, находящихся в состоянии антропогенного экологического напряжения, характерно высокое видовое разнообразие фитоперифитона (модальный интервал от 15 до 43 видов); в его состав входят, как правило, представители чистых вод;

— для экосистем с элементами экологического регресса характерно снижение видового разнообразия перифитона до 10—20 видов по наиболее часто встречаемым показателям и упрощение таксономической структуры; увеличивается частота встречаемости видов из рода *Fragilaria* и *Diatoma*, активно развивающихся в умеренно загрязненных водах, и видов из рода *Navicula*, усиливающих свое развитие в загрязненных водах;

— для экосистем, находящихся в состоянии экологического регресса, характерно дальнейшее снижение видового разнообразия фитоперифитона (модальный интервал от 5 до 20 видов) и выход на доминирующее положение в основном α- и β-α-сапробных видов из родов *Navicula*, *Oscillatoria*, *Nitzschia*.

7.5 Несмотря на довольно значительную подвижность структурной организации зоопланктона, обусловленную широким диапазоном толерантности составляющих сообщество видов — от стенобионтных до эврибионтных (поливалентных, видов-космополитов), — длительное антропогенное воздействие на многие водные экосистемы приводит к нарушению динамической устойчивости этого сообщества [16]. При этом в сообществе зоопланктона даже на фоне относительного благополучия по уровню развития возможны изменения группового и видового состава. При усилении экологического регресса довольно отчетливо прослеживается тенденция выхода на доминирующее положение группы коловраток.

Модальный интервал многолетних вариационных рядов относительной численности группы коловраток в доминирующем комплексе достигает следующих значений:

— от 25 до 90 % с выходом на доминирующее положение β-мезосапробного вида *Keratella quadrata* (от 20 до 100 %), β-α-мезосапробного вида *Brachionus calyciflorus* (от 10 до 90 %) и α-мезосапробного вида *Rotaria rotatoria* (от 20 до 80 %) для экосистем с элементами экологического регресса;

— от 70 до 100 % с выходом на доминирующее положение α-мезосапробного вида *Rotaria rotatoria* (от 20 до 100 %) и α-ρ-сапроба *Bdelloidea* (от 20 до 100 %) для экосистем, находящихся в состоянии экологического регресса.

7.6 Одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества вод, является фитопланктон, который способен адекватно реагировать на изменения условий водной среды его обитания, регулируя скорость такого мощного биохимического процесса в водной толще, как фотосинтез [3, 9].

В водных экосистемах, регрессирующих в условиях высокой антропогенной нагрузки, признаками многолетней сукцессии *фитопланктонного сообщества являются:*

— снижение уровня развития фитопланктона и перестройка видового состава доминирующего комплекса в сторону усиления развития β-α- и α-мезосапробных видов;

— краткосрочная, ограниченная во времени и в пространстве вспышка вегетации диатомовых или синезеленых водорослей с тенденцией нарушения сезонного хода развития отдельных групп водорослей;

— деградация сообщества вплоть до его гибели.

Снижение уровня развития сообщества наиболее отчетливо проявляется при усилении экологического регресса водных экосистем, когда модальный интервал общей численности фитопланктона уменьшается и составляет:

— от 0,1 до 5,0 тыс. кл./мл для экосистем с элементами экологического регресса, в которых в отдельные периоды отмечено усиление антропогенного эвтрофирования;

— от 0,01 до 0,70 тыс. кл./мл для экосистем, находящихся в состоянии экологического регресса и для которых характерна

тенденция увеличения частоты встречаемости пустых проб (гибель сообщества).

7.7 Бактериопланктон определяет трансформацию и минерализацию органических веществ и благодаря своей чувствительности и избирательности способен реагировать на поступление в водную среду ничтожно малого количества химических веществ [3].

Статистическая обработка многолетних вариационных рядов общей численности бактериопланктона позволяет выделить следующие градации модальных интервалов значений численности:

— от 0,3 до 1,0 млн. кл./мл для экосистем, находящихся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса;

— от 1,1 до 5,0 млн. кл./мл для экосистем с элементами экологического регресса;

— от 5,1 до 15,0 млн. кл./мл для экосистем, находящихся в состоянии экологического регресса.

При длительном антропогенном воздействии для многих пресноводных экосистем приведенные значения следует рассматривать как их „антропогенно измененный природный фон".

7.8 Оценка уровня экологического регресса проводится на основе расчета модального интервала вариационных рядов следующих статистических характеристик:

— общей численности бактериопланктона (по многолетним данным);

— общей численности макрозообентоса и относительной численности группы олигохет (по многолетним данным);

— числа видов фитоперифитонных сообществ;

— относительной численности группы коловраток и доминирующих видов в зоопланктонном сообществе;

— общей численности фитопланктона.

Качественным показателем развития сообществ водных организмов является сапробность доминирующих видов фитоперифитонных и зоопланктонных сообществ водных организмов.

По совокупности статистических характеристик, приведенных в таблице 1, оценивается уровень экологического регресса пресноводных экосистем.

Таблица 1 — Классификация водных экосистем по уровню экологиче

Класс водных экосистем	Уровень экологического регресса	Модальный интервал			
		общей *численности* бактериопланктона, млн. кл./мл	общей *численности* макрозообентоса, тыс. экз./м^2	относительной *численности* группы олигохет, %	числа *видов* фитоперифитона
I	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	От 0,3 до 1,0	От 1 до 85	От 30 до 98	От 15 до 45
II	Элементы экологического регресса	От 1,1 до 5,0	От 0,10 до 30,0	От 50 до 100	От 10 до 20
III	Экологический регресс	От 5,1 до 15,0	От 0,01 до 10,0	От 70 до 100	От 5 до 20

* При низком уровне экологического регресса содоминируют циклопиды
** На фоне периодического усиления процессов антропогенного эвтрофиро

ского регресса

вариационных рядов			Доминирующие виды фитоперифитона, их сапробность
относительной численности коловраток в зоопланктонном сообществе, %*	относительной численности доминирующих видов зоопланктонных сообществ (%), их сапробность	общей численности фитопланктонных сообществ, тыс. кл./мл**	
До 30	От 15 до 30 о-β; β-мезосапробные виды	Нет ограничений	*Diatoma vulgare*, о-β *Ulothrix zonata*, о;α *Melosira varians*, о-β *Cymbella affinis*, β *Cocconeis pediculus*, β *Meridion circulare*, χ-о *Cladophora glomerata*, β *Gomphonema olivaceum*, χ-α *Navicula gracilis*, о-β *Navicula menisculus*, β-α *Nitzschia dissepata*, о-β
От 25 до 90	От 20 до 100 *Keratella quadrata*, β; от 10 до 90 *Brachionus calyciflorus*, β-α; от 20 до 80 *Rotaria rotatoria*, α	От 0,10 до 50	*Cladophora glomerata*, β *Diatoma vulgare*, о-β *Synedra ulna*, χ-α *Ulothrix tenerrima*, β *Ulothrix zonata*, о;α *Melosira varians*, о-β *Nitzschia palea*, α *Navicula viridula*, α
От 70 до 100	От 20 до 100 *Rotaria rotatoria*, α; от 20 до 100 *Bdelloidea*, α-ρ	От 0,01 до 0,70	*Navicula viridula*, α *Navicula cryptocephala*, α *Oscillatoria subtilissima*, α *Oscillatoria chalybea*, α *Synedra ulna*, χ-α *Nitzschia palea*, α *Oscillatoria limosa*, β-α *Oscillatoria tenuis*, α *Stigeoclonium tenue*, α

или кладоцеры.
вания при экологическом регрессе.

7.9 Оценку уровня экологического регресса целесообразно проводить для всех контролируемых участков, рассматривая их как микроэкосистемы. Характеристика водного объекта в целом возможна лишь при достаточно полном охвате наблюдениями всей его акватории.

Объективность и достоверность оценки уровня регресса определяются объемом используемой информации. Оптимальной является исходная информация, полученная с учетом сезонной и межгодовой изменчивости приоритетных показателей развития сообществ водных организмов.

Статистические характеристики рассчитываются по результатам наблюдений, выполненных подразделениями, проводящими гидробиологические наблюдения за загрязнением поверхностных вод. Непременным условием использования результатов гидробиологического анализа является единая методическая основа его проведения [3].

7.10 При проведении сравнительной оценки уровня экологического регресса водных объектов или различных их участков используют данные одинаковой репрезентативности, т. е. должны быть идентичными показатели оценки, число результатов анализа и период наблюдений по годам и внутригодовым срокам отбора проб.

Пример расчета уровня экологического регресса пресноводных экосистем приведен в приложении А.

Приложение А

(справочное)

Результаты расчета уровня экологического регресса пресноводных экосистем

А.1 Обобщение многолетней информации сети ГСН по количественным показателям развития планктонных и бентосных сообществ водотоков России показало, что использование приоритетных показателей изменчивости развития сообщества (модальные интервалы вариационных рядов значений общей численности, относительной численности отдельных групп или доминирующего вида, частота обнаружения аномально низких значений общей численности и т. д.) позволяет классифицировать их по уровню экологического регресса, проводить все операции сопоставления (временные и пространственные) и проследить природные модификации биоценозов регрессирующих экосистем в динамике как на отдельных участках, так и на водном объекте в целом.

Для подтверждения вышеизложенного приведем в качестве примера интерпретацию результатов обработки информации по показателям развития планктонных и бентосных сообществ отдельных водотоков.

А.2 По результатам статистической обработки и анализа многолетней (1980—1998 гг.) гидробиологической информации сети ГСН по количественным показателям структурной организации планктонных и бентосных сообществ были определены следующие статистические характеристики:

— модальный интервал вариационных рядов общей численности бактериопланктона, фитопланктона и макрозообентоса; видового разнообразия (число видов) фитоперифитона; относительной численности олигохет, коловраток и доминирующих видов зоопланктона;

— сапробность доминирующих видов фитоперифитонных и зоопланктонных сообществ водных организмов.

А.3 Анализ статистических характеристик многолетних вариационных рядов общей численности бактериопланктона на отдельных участках 16 рек России, приведенных в таблице А.1, позволил заключить, что общий уровень развития этого сообщества следует считать вполне достоверной характеристикой уровня экологического регресса.

Чем шире диапазон колебания численности бактериопланктона и выше наиболее часто встречаемые значения, тем хуже экологическое состояние экосистем. Для наглядности следует сравнить изменчивость развития бактериопланктона в воде рек Кольского полуострова (на р. Териберка от 0,80 до 1,20 млн. кл./мл и р. Роста от 5,0 до 16,9 млн. кл./мл) и на отдельных участках р. Сусуя (выше Южно-Сахалинска от 5,00 до 8,80 млн. кл./мл, а ниже него от 7,0 до 19,9 млн. кл./мл).

А.4 Результаты, приведенные в таблице А.2, подтверждают информативность показателей развития макрозообентоса для оценки уровня экологического регресса. Усиление экологического регресса чаще сопровождается резким снижением модального интервала общей численности бентофауны (до десятков тысяч экземпляров на 1 $м^2$) на фоне увеличения относительной численности группы олигохет (от 70 до 100 %) и повышения частоты встречаемости пустых проб. Периодически наблюдаемые аномально высокие значения численности макрозообентоса обусловлены повышением уровня развития олигохет, выходом их на доминирующее положение с тенденцией обеднения видового разнообразия сообщества.

А.5 Анализ относительно небольшого объема накопленной на сети ГСН режимной информации по многолетней сукцессии перифитонных сообществ водных объектов России показал, что при относительно слабом загрязнении сообщество перифитона характеризуется большим видовым разнообразием и сложной таксономической структурой.

Модальный интервал видового разнообразия достигает 21—42 видов (таблица А.3). В доминирующем комплексе перифитона рек, находящихся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса, преобладают

Таблица А.1 — Оценка уровня экологического регресса речных экосистем по бактериопланктонным сообществам

Река*	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения общей численности, млн. кл./мл		Частость модального интервала, %	Уровень экологического регресса
			многолетний	модальный		
Кан	Устье	51	0,10—2,30	0,10—0,68	61	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Енисей	Красноярск	168	0,25—6,20	0,51—1,00	59	То же
Териберка	60-й километр Серебряной автодороги	20	0,60—1,40	0,80—1,20	90	"
Северная Двина	Архангельск	150	0,06—5,39	0,30—1,96	56	Переходный
Нама-йоки	Устье	59	0,30—7,00	1,00—2,80	78	Элементы экологического регресса
Кола	Кола	45	0,90—5,00	1,00—3,00	87	То же
Печенга	ст. Печенга	50	0,50—5,50	1,50—3,00	60	"
Ушаковка	Иркутск	36	0,60—5,40	1,10—3,00	56	"
Ангара	Иркутск	86	0,24—12,20	1,10—3,00	59	"
Колос-йоки	Устье	49	1,30—10,90	1,30—3,96	67	"
Кача	Красноярск	57	0,36—19,50	1,10—5,50	63	"
Нюдуай	Устье	57	0,40—8,49	3,10—8,49	80	Переходный
Сусуя	Южно-Сахалинск	72	1,20—24,90	5,00—8,80	74	Экологический регресс
Ай	с. Советское	71	3,10—20,00	5,00—9,00	75	То же

Окончание таблицы А.1

Река*	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения общей численности, млн. кл./мл		Частость модального интервала, %	Уровень экологического регресса
			многолетний	модальный		
Сусуя	п. Соловьевка	77	2,60—23,40	6,00—12,90	65	Экологический регресс
Найба	Долинск	78	3,40—21,00	4,00—15,00	90	То же
Роста	Мурманск	22	2,30—16,90	5,00—16,90	59	»
Сусуя	Ниже Южно-Сахалинска	83	1,60—25,50	7,00—19,90	70	»

* Приведены по мере увеличения модального интервала общей численности.

Таблица А.2 — Оценка уровня экологического регресса речных экосистем по показателям развития макрозообентоса

Река*	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения				Уровень экологического регресса
			численности макрозообентоса, тыс. экз./м^2		относительной численности олигохет, %		
			общий	модальный (частость, %)	общий	модальный (частость, %)	
Очепуха	пос. Лесное	39	0,075—9,51	0,12—3,70 (92)	0—28	0 (72)	Фоновое состояние
Красносельская	Выше Южно-Сахалинска	31	0,042—27,1	0,04—4,0 (92)	0—95	0—11 (55)	То же

Сусуя	п. Новоалександровск	48	н. о.** —26,0	0,02—1,90 (65)	0—100	43—100 (52)	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Енисей	Красноярск	53	0,05—256	10,8—85,6 (53)	0—100	37—98 (51)	То же
Печенга	ст. Печенга	44	0,10—68,9	0,19—9,96 (57)	0—100	50—98 (55)	Элементы экологического регресса
Раздольная	Уссурийск	43	н. о.—1,22	0,09—0,53 (79)	0—100	51—100 (68)	То же
Комаровка	Устье	42	н. о.—1,45	0,35—0,85 (60)	0—100	52—100 (78)	"
Спасовка	Спасск-Дальний	7	0,85—5,12	0,85—1,52 (70)	62—100	62—78 (71)	Экологический регресс
Арсеньевка	Арсеньев	18	н. о.—2,03	0,61—1,92 (67)	4—87	66—87 (56)	То же
Ушаковка	Иркутск	33	0,04—57,1	1,0—18,9 (64)	2—100	66—100 (53)	Элементы экологического регресса
Ангара	Иркутск	44	0,11—102	1,0—28,6 (66)	3—99	72—99 (70)	Переходный
Раковка	Устье	24	н. о.—0,75	0,15—0,75 (88)	55—100	67—100 (59)	Экологический регресс
Сусуя	Южно-Сахалинск	63	н. о.—569	0,01—2,00 (62)	0—100	70—100 (89)	То же
Черная	Поронайск	44	н. о.—0,60	0,01—0,33 (69)	0—100	72—100 (50)	"

Окончание таблицы А.2

Река*	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения				Уровень экологического регресса
			численности макрозообентоса, тыс. экз./м^2		относительной численности олигохет, %		
			общий	модальный (частость, %)	общий	модальный (частость, %)	
Кача	Красноярск	23	0,69—213	1,6—17,5 (72)	2—100	77—100 (60)	Экологический регресс
Москва	Москва	16	н. о.—5,76	1,00—5,76 (62)	71—100	91—100 (86)	То же

* Приведены по мере увеличения модального интервала относительной численности.
** н. о. — ниже предела обнаружения.

Таблица А.3 — Оценка уровня экологического регресса речных экосистем по структурной организации *фитоперифитонных сообществ*

Река	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения числа видов		Массовые виды, сапробность	Уровень экологического регресса
			общий	модальный (частость, %)		
Енисей	Ниже Дивногорска	57	15—42	30—42 (54)	*Ceratoneis arcus*, χ-о *Fragilaria capucina*, β-о *Fragilaria veriscens* *Ulothrix zonata*, о; α *Ulothrix tenerrima*, β	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса

	Ниже Красноярска	67	16—46	30—42 (57)	*Diatome vulgare*, о-β *Diatome elongatum*, о-β *Ulothrix zonata*, о; α *Ulothrix tenerrima*, β	То же
Кан	д. Подпорог, устье	19	19—42	22—39 (74)	*Cocconeis pediculus*, β *Cocconeis placentula*, χ-α *Melosira varians*, о-β	”
Мана	п. Манский, устье	25	17—42	21—38 (88)	*Cocconeis pediculus*, β *Spirogyra* sp.	”
Кача	п. Памяти борцов	50	15—43	21—43 (90)	*Meredion ciculare*, χ-о *Ulothrix zonata*, о; α *Melosira varians*, о-β	”
	Красноярск, устье	42	12—41	17—28 (60)	*Diatome vulgare*, о-β *Oscillatoria subtilissima*, α *Navicula cryptocephala*, α	Элементы экологического регресса
Волга	с. Каменный Яр	28	7—27	21—27 (54)	*Diatome vulgare var. productum*, о-β *Melosira varians*, о-β *Diatome vulgare*, о-β	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
	с. Ильинка	74	9—39	15—30 (69)	*Cladophora glomerata*, β *Diatome vulgare*, о-β *Gomphonema olivaceum*, χ-α	То же
Найба	Выше п. Быково	71	2—35	11—27 (62)	*Diatoma elongatum*, о-β *Diatome vulgare*, о-β *Ceratoneis arcus*, χ-о *Synedra ulna*, χ-α	”

Окончание таблицы А.3

Река	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Интервал изменения числа видов		Массовые виды, сапробность	Уровень экологического регресса
			общий	модальный (частость, %)		
Найба	Долинск	67	1—34	1—9 (55)	*Navicula viridula*, α *Navicula cryptocephala*, α *Nitzschia palea*, α	Экологический регресс
Арсеньевка	с. Анучино	15	2—23	7—23 (93)	*Synedra goulardii* *Synedra ulna*, χ-α	Элементы экологического регресса
	Арсеньев, устье	17	5—21	10—21 (70)	*Nitzschia palea*, α *Synedra ulna*, χ-α *Navicula cryptocephala*, α	Экологический регресс
Спасовка	Спасск-Дальний	21	4—15	8—13 (76)	*Nitzschia palea*, α *Oscillatoria chalybea*, α *Navicula viridula*, α	То же
Раковка	п. Тимирязевский	41	5—16	10—16 (76)	*Melosira varians*, o-β *Synedra ulna*, χ-α *Nitzschia palea*, α	Элементы экологического регресса
	Уссурийск, устье	37	3—18	9—16 (68)	*Oscillatoria subtilissima*, α *Nitzschia palea*, α *Synedra ulna*, χ-α	Экологический регресс

представители чистых и умеренно загрязненных вод (реки Енисей, Кан, Мана, Волга). При усилении экологического регресса наблюдается снижение видового разнообразия до 7—28 видов по наиболее часто встречаемым значениям и увеличение частоты встречаемости видов, активно развивающихся в загрязненных водах.

Для водных объектов, находящихся в состоянии экологического регресса, характерно дальнейшее обеднение таксономической структуры с тенденцией выхода на доминирующее положение α- и χ-α-сапробных видов, в первую очередь *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala*, *Oscillatoria subtilissima* и др. Сравнительная оценка структуры перифитонных сообществ по участкам рек с разным уровнем загрязнения, результаты которой представлены в таблице А.3, наглядно подтверждает вышеизложенное.

А.6 Нарушение стабильности водных экосистем при усилении экологического регресса сопровождается изменениями элементов структурной организации зоопланктонных сообществ водных организмов, что наглядно проявляется в первую очередь в расширении интервалов изменения их общей численности. Для экосистем с элементами экологического регресса общий интервал изменения численности и его модальный интервал еще достаточно широки. Дальнейшее усиление уровня экологического регресса вызывает заметное сужение модального интервала численности с тенденцией уменьшения частоты встречаемости высоких значений (не более 15—20 % за 15—20 лет) и увеличения частоты встречаемости пустых проб.

Отмечается снижение видового разнообразия. На явно доминирующее положение выходят коловратки, модальный интервал относительной численности которых высок. Оценка уровня экологического регресса по структурной организации зоопланктонных сообществ представлена в таблице А.4.

А.7 Основной чертой многолетней сукцессии фитопланктонных сообществ речных экосистем, испытывающих высокую антропогенную нагрузку, следует считать угнетение развития водорослей с тенденцией выхода на доминирующее положение α-сапробных видов из родов *Oscillatoria* и *Nitzschia* и β-α-сапроба *Aphanizomenon flos-aquae*, которые способны вегетировать даже в условиях нарушения кислородного режима.

Таблица А.4 — Оценка уровня экологического регресса речных экосистем по структурной организации зоопланктонных сообществ

Река	Пункт режимных наблюдений	Число проб	Модальный интервал относительной численности группы коловраток, %	Доминирующие виды, их сапробность (относительная численность, %)	Уровень экологического регресса
Ока	Дзержинск	171	70—100	*Brachionus calyciflorus*, β-α (15—86)	Элементы экологического регресса
Нерская	Куровское, устье	31	41—93	*Brachionus calyciflorus*, β-α (15—26) *Keratella quadrata*, β (15—41)	То же
Нара	Серпухов	17	50—76	*Brachionus calyciflorus*, β-α (13—87) *Bdelloidea*, α-ρ (16—41)	”
Пахра	д. Нижнее Мячково, устье	38	53—99	*Brachionus calyciflorus*, β-α (12—93) *Brachionus angularis*, β-α (22—44) *Bdelloidea*, α-ρ (20—76)	”
Москва	Москва	58	70—100	*Bdelloidea*, α-ρ (11—77) *Brachionus calyciflorus*, β-α (11—29)	Экологический регресс
Нюдуай	Мончегорск	29	73—100	*Keratela quadrata*, β	То же
Роста	Мурманск	19	75—100	*Rotaria rotatoria*, α (18—100)	”
Иногда	Чита	49	78—100	*Rotaria rotatoria*, β-α (22—99) *Bdelloidea*, α-ρ (24—74)	”
Читинка	Чита	46	70—100	*Rotaria rotatoria*, β-α (23—100) *Bdelloidea*, ρ-α (40—100) *Rotatoria neptunia*, ρ (54—100)	”

Приложение Б

(справочное)

Библиография

1 Р 52.24.566—94 Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем.

2 Абакумов В. А. Основные направления изменения водных биоценозов в условиях загрязнения окружающей среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистемы. Т. 2. — Л., 1979. — С. 34—47.

3 Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. — СПб: Гидрометеоиздат, 1992. — 318 с.

4 Венецкий И. Г., Венецкая В. И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. — М.: Статистика, 1979. — 440 с.

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

6 РД 52.24.620—2000 Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирование специальной подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем.

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

8 РД 52.24.508—96 Методические указания. Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши.

9 Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 2 / Под ред. В. А. Брызгало, Т. А. Хоружей. — Л., 1989. — 276 с.

10 Методические рекомендации по дистанционным методам контроля качества поверхностных вод суши. Вып. 1. Подготовка и проведение экспрессной гидрохимической съемки. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 32 с.

11 Р 52.24.353—94 Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.

12 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 534 с.

13 Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ и проведение анализа первого дня. — М.: Гидрометеоиздат, 1983. — 27 с.

14 РД 52.24.509—96 Методические указания. Порядок проведения работ по контролю качества гидрохимической информации.

15 РД 52.24.309—92 Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета.

16 РД 52.24.565—96 Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Методы оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ.

Лист регистрации изменений РД 52.24.633—2002

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата	
	измененного	замененного	нового	аннулированного			внесения изменения	введения изменения

Руководящий документ

РД 52.24.633—2002

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем

Редактор *А. К. Орлова*. Технический редактор *Н. Ф. Грачева*.
Корректор *Е. А. Ежова*.

ЛР № 020228 от 10.11.96 г.

Подписано в печать 28.12.02. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 2,5. Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,27. Тираж 300 экз. Индекс 201/02.

Гидрометеоиздат. 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38.