МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р 52.24.776–2012

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УСТЬЕВЫЕ ОБЛАСТИ РЕК С УЧЕТОМ ИХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Ростов-на-Дону
2012

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным бюджетным учреждением «Гидрохимический институт» Росгидромета (ФГБУ «ГХИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ А.М. Никаноров, д-р.геол.-минер.наук; В.А. Брызгало, канд. хим. наук; Л.С. Косменко, канд. хим. наук; О.С.Решетняк, канд.геогр.наук

3 СОГЛАСОВАНЫ с ФГБУ «НПО «Тайфун» 10.05.2012

и УМЗА Росгидромета 10.12.2012

4 УТВЕРЖДЕНЫ Заместителем Руководителя Росгидромета 11.12.2012

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ФГБУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.24.776 – 2012 от 14.12.2012

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2012

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения по оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые области рек с учетом их региональных особенностей 4
5 Основные подходы к оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия 7
6 Оценка антропогенной нагрузки и риска воздействия 8
Приложение А (рекомендуемое) Оценка степени загрязненности и изменчивости компонентного состава водной среды устьевых областей рек 14
Приложение Б (рекомендуемое) Установление интервала наиболее часто встречаемых значений (или модального интервала) 16
Приложение В (рекомендуемое) Оценка антропогенной нагрузки на устьевые области рек 19
Приложение Г (рекомендуемое) Оценка риска воздействия по уровню антропогенного эвтрофирования и экологического регресса устьевых экосистем 22
Библиография 27

РЕКОМЕНДАЦИИ

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УСТЬЕВЫЕ ОБЛАСТИ РЕК С УЧЕТОМ ИХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕНОСТЕЙ

Дата введения – 2013–06–03

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают подходы к оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия приоритетных загрязняющих веществ на устьевые области рек с учетом их региональных особенностей, необходимые для совершенствования режимного и оперативного мониторинга, типизации объектов водного фонда, прогнозирования качества вод устьевых областей и решения других практических задач.

Рекомендации предназначены для оперативно-производственных подразделений Росгидромета, осуществляющих наблюдения за изменчивостью химико-биологического состояния поверхностных вод суши в рамках государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН), для подразделений соответствующих министерств и ведомств, в задачи которых входит своевременное предупреждение о возможной экологической угрозе на контролируемых водных объектах, а также для научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами оценки и прогнозирования последствий антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

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

РД 52.24.620–2000 Методические указания. Организация и функционирование специальной подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем

РД 52.24.622–2002 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков

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. Охрана природы. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям

Р 52.24.661–2004 Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши

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

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих рекомендациях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **абиотическая компонента:** Абиотическая среда, представляющая совокупность неорганических условий (факторов) обитания организмов [1].

3.1.2 **антропогенная нагрузка:** Степень антропогенно-техногенного воздействия на отдельные компоненты природной среды или в целом на ландшафт [1].

3.1.3 **антропогенное эвтрофирование:** Ускорение повышения биологической продуктивности водных объектов в результате хозяйственной деятельности, приводящее к серьезным структурным преобразованиям водных сообществ, а также к усилению развития фотосинтезирующих организмов, что может нередко вызывать «цветение» воды и ухудшение ее качества (РД 52.24.620).

3.1.4 **антропогенный экологический регресс:** Состояние биоценоза, характеризующееся уменьшением разнообразия и пространственно-временной гетерогенности, упрощением межвидовых отношений, временной структуры, трофических цепей (РД 52.24.633).

3.1.5 **вариационный ряд:** Совокупность значений варьирующего признака и соответствующих им численностей единиц совокупности [2].

3.1.6 **воздействие антропогенное:** Влияние человека и его деятельности на окружающую природную среду [3].

3.1.7 **естественная устойчивость экосистем**: Способность противостоять воздействию природных изменений к антропогенным воздействиям и восстанавливаться после прекращения воздействия.

Примечание – Устойчивость подразумевает способность системы сохранять свою структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях среды [4].

3.1.8 **интервал**: Границы значений варьирующего признака [2].

3.1.9

замыкающий створ: Нижний створ на реке, ограничивающий рассматриваемый бассейн.

[ГОСТ 19179-73, статья 87]

3.1.10

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

[ГОСТ 27065-86, статья 15]

3.1.11 **качество воды**: Характеристика состава и свойств воды, определяющее ее пригодность для конкретных видов водопользования [ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 4].

3.1.12 **классификация степени загрязненности воды водных объектов:** Условное разделение всего диапазона состава и свойств воды водных объектов в условиях антропогенного воздействия с постепенным переходом от "условно чистой" до "экстремально грязной" по значениям комбинаторного индекса загрязненности воды с учетом ряда дополнительных факторов (РД 52.24.643).

3.1.13 **критерий**: Признак, на основании которого проводятся оценка состояния природного объекта или его свойств (например, качества вод, трофности, благополучия, функционирования водной экосистемы и др.); классификация объектов, явлений, свойств [4].

3.1.14 **критические показатели загрязненности воды;** КПЗ: Ингредиенты или показатели загрязненности воды, которые обусловливают перевод воды по степени загрязненности в класс «экстремально грязная» на основании значения рассчитываемого по каждому ингредиенту оценочного балла, учитывающего одновременно значения наблюдаемых концентраций и частоту их обнаружения (РД 52.24.643).

3.1.15 **модальный интервал:** Интервал, включающий наиболее часто встречающиеся величины в данном вариационном ряду [2].

3.1.16 **мониторинг загрязнения поверхностных вод суши:** Комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов (РД 52.24.309).

3.1.17

объем стока: Объем воды, стекающей с водосбора за какой-либо интервал времени.

[ГОСТ 19179-73, статья 59]

3.1.18 **оценка риска антропогенного воздействия (оценка риска):** Выявление возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в экосистемах и представление в количественных показателях вероятности этих последствий (Р 52.24.661).

3.1.19 **устьевая область реки:** Переходная зона, на протяжении которой гидрологический режим, свойственный реке постепенно приобретает свойства морского залива [5].

3.2 В настоящих рекомендациях применены следующие сокращения:

$БПК_5$ – биохимическое потреблений кислорода;

ГСН – государственная служба наблюдений за состоянием окружающей среды;

КПЗ – критические показатели загрязненности;

НЧВЗ – наиболее часто встречаемые значения;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

УКИЗВ – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды.

4 Общие положения по оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые области рек с учетом их региональных особенностей

4.1 При оценке антропогенной нагрузки на устьевые области рек наиболее экологически обоснованным является биотический подход, основанный на изучении причинно-следственных связей между уровнями воздействий на биоту и ее откликом.

4.2 Анализ многолетней режимной информации ГСН об изменчивости состояния абиотической и биотической компонент экосистем устьевых областей рек с учетом многообразия региональных особенностей их функционирования, характера и уровня антропогенного воздействия позволил провести классификацию устьевых экосистем и выделить:

а) устойчивые (экологически благополучные) – испытывающие настолько незначительное воздействие, что оно не отражается на их

функционировании, устьевые экосистемы находятся в состоянии устойчивости;

б) относительно неустойчивые (слабо нарушенные) – испытывающие периодически сильное локальное антропогенное воздействие, приводящее к нарушению природного функционирования, после прекращения которого экосистемы возвращаются к исходному состоянию;

в) неустойчивые (антропогенно нарушенные) – испытывающие усиленное по масштабам и времени антропогенное воздействие, приводящее к постепенному изменению качества водной среды, структурных и функциональных характеристик водных сообществ, переходу экосистем в новый трофический статус; при прекращении воздействия возможен возврат к прежнему состоянию;

г) переходные (сильно нарушенные) – испытывающие массированное загрязнение, приводящее к образованию экосистем с другими структурными и функциональными характеристиками биоценоза и другим компонентным составом водной среды его обитания;

д) регрессивные (нарушенные) – испытывающие чрезмерно высокую антропогенную нагрузку, при которой условия в экосистемах меняются настолько, что происходит их деградация.

4.3 Допустимые диапазоны изменений показателей, характеризующих состояние абиотической и биотической компонент экологически благополучной устьевой экосистемы, можно считать "эталоном" в рамках исследуемого региона или бассейна. Верхние значения интервалов изменения гидрохимических показателей можно рассматривать как экологически допустимые уровни воздействия, превышение которых приводит к антропогенной трансформации естественного природного состояния и переходу экосистемы в новый трофический статус.

Допустимой будет считаться такая антропогенная нагрузка, при которой отклонение системы от нормального природного состояния не приводит к нарушению природных устойчивых биогеохимических связей в экосистемах.

4.4 Экологически допустимые уровни воздействия на экосистему определяемые на основе анализа многолетней режимной гидрологической, гидрохимической и гидробиологической информации позволят провести:

а) оценку характерных особенностей экологически благополучных и антропогенно трансформируемых экосистем;

б) сравнение разных по экологическому состоянию устьевых экосистем;

в) выделение информативных показателей, отражающих отклик экосистем на антропогенное воздействие.

4.5 При анализе состояния водных экосистем предпочтение следует отдавать показателям, которые удовлетворяют требованиям интеграль-

ности, неспецифичности отклика на воздействие, минимизации затрат на измерение, надежности результатов [6].

4.6 Изменчивость гидрохимических показателей, в том числе приоритетных загрязняющих веществ, выявленная при анализе многолетней режимной информации ГСН, позволяет выделить критические показатели загрязненности, для которых необходимо, в первую очередь, определить экологически допустимые уровни их содержания в водной среде.

4.7 Изменчивость показателей состояния гидробиоценозов, выявленная при анализе многолетней режимной гидробиологической информации ГСН, позволяет определить такие пределы колебаний биотических параметров, при которых экосистема сохраняет свое природное устойчивое состояние.

Такой подход к оценке изменчивости состояния устьевых экосистем позволяет выявить границы изменчивости абиотических и биотических параметров между областями нормального и трансформированного функционирования водных экосистем и оценить вероятность выхода за установленные границы стабильного существования.

4.8 Антропогенная нагрузка на устьевые области рек обусловливается, в основном, поступлением химических веществ со стоком рек.

Оценку антропогенной нагрузки на устьевые области рек целесообразно проводить по содержанию в воде химических веществ (в том числе загрязняющих) на замыкающем створе, отражающем суммарный эффект речного переноса и трансформации компонентного состава воды по длине реки.

Высокая внутри- и межгодовая изменчивость концентраций химических веществ определяет уровень антропогенной нагрузки, который можно оценить по изменчивости объемов притока этих соединений.

4.9 Оценка риска антропогенного воздействия рассматривается как выявление возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в экосистемах и представление в количественных показателях вероятности этих последствий в соответствии с Р 52.24.661.

Экологическая оценка риска определяется характером отклика водных экосистем, оцениваемого по приоритетным параметрам изменчивости абиотических и биотических показателей при неблагоприятных антропогенных изменениях состояния водных экосистем.

Решение этой задачи предусматривает учет совокупности абиотических и биотических параметров и критериев их изменчивости, характеризующих степень загрязненности водной среды, степень нарушения структурно-функциональной организации планктонных и бентосных сообществ водных организмов.

Степень экологического риска зависит от экологической целостности и стабильности экосистемы, которая определяется степенью уже существующих неблагоприятных последствий антропогенного воздействия.

Самой высокой целостностью обладают естественные неизмененные природные экосистемы. Риск неблагоприятных изменений на них высок даже при легкой, но продолжительной антропогенной нагрузке.

Поскольку при определенной антропогенной нагрузке неблагоприятные последствия могут возникать без перехода экосистем в другое инвариантное состояние, то оценить риск воздействия при этом возможно только имея точную априорную информацию об антропогенном воздействии.

5 Основные подходы к оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия

5.1 Наиболее сильное воздействие на устьевые области рек оказывают антропогенные изменения речного стока воды, наносов, а также изменения в компонентном составе поступающих растворенных химических веществ. Дополнительное поступление которых с речных водосборов приводит к увеличению нагрузки на устьевые экосистемы и нарушению их экологического состояния.

Изучение степени загрязненности и многолетней изменчивости компонентного состава водной среды устьевых областей рек позволит оценить антропогенную нагрузку и риск воздействия, как вероятность возникновения неблагоприятных экологических ситуаций, вызываемых внешним воздействием и проявляющихся в нарушении гидрологоэкологического состояния устьевых экосистем.

5.2 Оценку антропогенной нагрузки и риска воздействия проводят на основе анализа многолетней гидрологической, гидрохимической и гидробиологической информации ГСН по состоянию водной среды устьевых областей рек на замыкающих створах, позволяющего:

а) оценить степень загрязненности и изменчивость компонентного состава водной среды устьевых областей рек;

б) сравнить многолетнюю изменчивость абиотических и биотических показателей водной среды устьевых областей, испытывающих как слабое, так и сильное антропогенное воздействие;

в) выявить изменения в состоянии устьевых экосистем и определить информативные гидрохимические и гидробиологические показатели, ответственные за эти изменения;

г) провести оценку объемов и модулей притока приоритетных химических веществ на замыкающие створы рек;

д) провести оценку риска воздействия по отклику экосистем на внешнее воздействие.

5.3 Оценка степени загрязненности водной среды, классификация устьевых экосистем по этому показателю и выделение перечня критических показателей загрязненности проводится согласно РД 52.24.643.

5.4 Антропогенная трансформация компонентного состава водной среды вызывает структурные изменения сообществ водных организмов.

В случае обнаружения повышения степени загрязненности водной среды, анализ структурной организации биоценоза становится определяющим, так как позволяет подтвердить корректность выделения экологически благополучной экосистемы или ее участков из экосистем, в которых произошли существенные изменения, вызванные внешними воздействиями.

Оценка изменчивости показателей развития гидробиоценозов устьевых экосистем с разным уровнем антропогенного воздействия позволит:

а) выявить физико-химические характеристики абиотической компоненты экосистемы, которые могут вызывать изменения состояния планктонных и бентосных сообществ и выход за установленные границы их стабильного функционирования;

б) определить для выделенных абиотических факторов границы между областями нормального и трансформированного функционирования экосистем.

5.5 При оценке антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые экосистемы используют такие характеристики, как:

а) интервал наиболее часто встречаемых значений (НЧВЗ) гидрохимических и гидробиологических показателей состояния устьевых экосистем;

б) кратность превышения ПДК загрязняющих веществ.

6 Оценка антропогенной нагрузки и риска воздействия

6.1 Для оценки антропогенной нагрузки и риска воздействия необходимо иметь:

а) многолетнюю режимную информацию об изменчивости гидрохимических, гидробиологических и гидрологических показателей состояния устьевых экосистем, испытывающих принципиально разную антропогенную нагрузку;

б) результаты оценки многолетней изменчивости степени загрязненности водной среды по УКИЗВ для выбора условно фоновой экосистемы и наиболее загрязненной;

в) шкалы оценок антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые экосистемы рек.

6.2 Оценку степени загрязненности водной среды проводят с использованием метода комплексной оценки, который позволяет оценить загрязненность воды одновременно по перечню наиболее регулярно определяемых ингредиентов и показателей качества воды и классифицировать воду по степени ее загрязненности (приложение А).

6.3 Многолетние исследования показали обоснованность использования для оценки антропогенной нагрузки таких характеристик, как доля и степень антропогенного воздействия, значения которых определяются по результатам расчета УКИЗВ с использованием обязательного перечня наиболее регулярно определяемых 15 нормируемых показателей по РД 52.24.643.

Доля антропогенного воздействия оценивает участие антропогенной составляющей в формировании компонентного состава абиотической части экосистемы. Степень антропогенного воздействия оценивает долю загрязняющих веществ в общем числе нормируемых ингредиентов, используемых при расчете УКИЗВ.

Долю антропогенного воздействия Д рассчитывают в соответствии в Р 52.24.661 по формуле

$$Д = \frac{N_1}{N} \cdot 100, \quad (1)$$

где N_1 – число ингредиентов, превышающих ПДК;

N – общее число нормируемых ингредиентов, используемых при расчете УКИЗВ.

Степень антропогенного воздействия С рассчитывают в соответствии в Р 52.24.661 по формуле

$$С = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100, \quad (2)$$

где N_2 – число ингредиентов, превышающих 10 ПДК;

N_1 – число ингредиентов, превышающих ПДК.

Классификатор оценки антропогенной нагрузки по изменчивости доли и степени антропогенного воздействия приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Классификатор оценки антропогенной нагрузки по комплексным показателям загрязненности водной среды

Антропогенная нагрузка	Интервал НЧВЗ, %	
	доли антропогенного воздействия	степени антропогенного воздействия
Малая	От 20 до 30 включ.	0
Умеренная	Св. 30 « 45 «	Св. 0 до 10 включ.
Критическая	« 46 « 55 «	« 0 « 20 «
Высокая	« 55 « 70 «	От 10 « 30 «
Очень высокая	« 70 « 80 «	« 20 « 30 «

Установление интервалов НЧВЗ показателей, используемых в классификаторах настоящего документа, приведено в приложении Б.

6.4 Оценка антропогенной нагрузки на устьевые экосистемы может быть проведена и по модулю притока химических веществ. В их число включены легкоокисляемые органические вещества, азот аммонийный, нефтепродукты, изменение содержания которых в водной среде оказывает негативное воздействие, способное вызвать нарушение структурно-функциональных характеристик сообществ водных организмов и ухудшение состояние экосистемы в целом.

Количественную оценку притока растворенных химических веществ проводят прямым методом в соответствии с РД 52.24.508 по формуле

$$G = \sum_{i=1}^{m} W_1 \cdot \overline{C}_1, \qquad (3)$$

где G – количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т;

m – число интервалов расчетного периода;

W_1 – объем стока воды за i-й интервал расчетного периода, км^3;

$\overline{C}_1$ – средняя концентрация вещества за i-й интервал расчетного периода, мг/л.

Использование модуля притока химических веществ (отношение среднегодового объема притока к площади водосбора) позволяет проводить не только оценку антропогенной нагрузки, но и сравнивать устьевые экосистемы с различными объемами водного стока и площадями водосбора.

Критерии оценки антропогенной нагрузки по модулю притока химических веществ представлены в таблице 2. Результаты практического использования предложенных классификаторов антропогенной нагрузки на устьевые области рек приведены в приложении В.

Таблица 2 – Классификатор оценки антропогенной нагрузки по модулю притока растворенных химических веществ

Антропогенная нагрузка	Диапазон значений модуля притока, превышающих верхнюю границу модального интервала, т/км^2 в год		
	азота аммонийного	легкоокисляемых органических веществ по $БПК_5$	нефтепродуктов
Малая	До 0,05	До 0,50	До 0,05
Умеренная	От 0,06 до 0,1 включ.	От 0,51 до 1,0 включ.	От 0,05 до 0,1 включ.
Критическая	Св. 0,1 « 0,2 «	Св. 1,0 « 1,5 «	Св. 0,1 « 0,3 «
Высокая	« 0,2 « 0,3 «	« 1,5 « 2,0 «	« 0,3 « 0,5 «
Очень высокая	« 0,3 « 0,6 «	« 2,0 « 3,0 «	« 0,6 « 1,0 «
Экстремальная	« 0,6	« 3,0	« 1,0

6.5 Оценка риска воздействия проводится в следующей последовательности:

6.5.1 Проводят ранжирование устьевых экосистем от условно фоновой до наиболее загрязненной. Для этого оценивают:

- многолетнюю изменчивость степени загрязненности водной среды по УКИЗВ и выбирают показатели, характеризующие изменчивость состояния воды (приложение А);

- экологическое состояние устьевых экосистем по структурной организации и уровню развития планктонных и бентосных сообществ водных организмов (таблица 3) и выделяют экологически благополучную устьевую экосистему или ее участок из экосистем, в которых произошли существенные изменения, вызванные внешними воздействиями.

6.5.2 Оценку риска воздействия проводят по уровню таких внутрисистемных процессов, как антропогенное эвтрофирование и экологический регресс в соответствии с таблицей 4. Направленность этих процессов устанавливают на основе анализа многолетней гидробиологической информации с использованием систем оценок, приведенных в приложении Г (РД 52.24.620 и РД 52.24.633).

Алгоритм оценки риска антропогенного воздействия на устьевые экосистемы по результатам обобщения многолетней гидробиологической информации приведен в приложении Г.

6.6 Оценку антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые области рек проводят в следующей последовательности. При этом оценивают:

а) изменчивость степени загрязненности водной среды по УКИЗВ соответственно приложению А;

б) многолетнюю изменчивость значения доли Д и степени С антропогенного воздействия по 6.3 и приложению В;

в) межгодовую изменчивость модуля притока легкоокисляемых органических веществ, азота аммонийного и нефтепродуктов по интервалам наиболее часто встречаемых их значений на основе статистической обработки многолетней гидрологической и гидрохимической информации по 6.4;

г) уровень антропогенной нагрузки по результатам проведенных расчетов с использованием классификаторов, приведенных в таблицах 1, 2 и приложения Г;

д) направленность и уровень внутрисистемных процессов антропогенного эвтрофирования и экологического регресса по количественным показателям развития планктонных и бентосных сообществ водных организмов с последующей оценкой риска воздействия по приложению Г;

е) оценивают риск антропогенного воздействия по классификатору, приведенному в таблице 4.

Таблица 3 – Критерии изменчивости состояния устьевых экосистем по биотическим параметрам

Состояние экосистемы	Антропогенное эвтрофирование (по показателям развития фитопланктона)			Экологический регресс			
	интервал наиболее часто встречаемых значений показателей (модальный интервал)						
	Видовое разнообразие	Относительная численность доминирующего вида, %	Кратность превышения* аномально высоких значений численности	Общая численность бактериопланктона, млн.кл/мл	Относительная численность олигохет, %	Видовое разнообразие фитоперифитона	Общая численность фитопланктона, тыс.кл./мл
Естественное	Св. 20	Менее 30	Менее 5	Менее 1,0	От 0 до 10 включ.	От 30 до 50 включ.	Нет ограничений
Равновесное	От 20 до 30 включ.	От 30 до 50 включ.	« 50	От 1,0 до 4,0 включ.	От 10 до 30 включ.	От 20 до 50 включ.	Нет ограничений
Кризисное	От 10 до 20 включ.	От 30 до 50 включ.	Св. 50	От 4,0 до 20,0 включ.	От 30 до 98 включ.	От 15 до 45 включ.	От 0,10 до 5,0 включ.
Критическое	Менее 10	От 50 до 70 включ.	От 50 до 200 включ.	От 20,0 до 40,0 включ.	От 50 до 100 включ.	От 10 до 20 ыключ.	От 0,01 до 0,70 включ.
Катастрофическое	« 10	Св. 70	От 10 до 300 включ.	Св. 40,0	От 70 до 100 включ.	Менее 10	Частичная или полная гибель
* Превышение максимальных значений численности над верхней границей модального интервала.							

Таблица 4 – Классификация риска воздействия по уровню внутрисистемных процессов

Риск воздействия	Уровень внутрисистемного процесса	
	Экологический регресс	Антропогенное эвтрофирование
Низкий	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	Низкий
Средний	Элементы экологического регресса	Средний
Высокий	Экологический регресс	Высокий
Очень высокий	Метаболический регресс	Процесс отсутствует

Приложение А
(рекомендуемое)

Оценка степени загрязненности и изменчивости компонентного состава водной среды устьевых областей рек

А.1 Оценку степени загрязненности водной среды проводят с использованием метода комплексной оценки, который позволяет скалярной величиной оценить степень загрязненности водной среды одновременно по перечню наиболее регулярно определяемых ингредиентов и показателей качества воды и классифицировать воду по степени ее загрязненности (РД 52.24.643).

А.2 Для оценки изменчивости компонентного состава водной среды включают информацию по содержанию таких ингредиентов, как хлориды, сульфаты, растворенный в воде кислород, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), минеральные формы азота и фосфора, кремнекислота, фенолы, нефтепродукты, соединения железа, меди, цинка, никеля и др. [7].

А.3 Региональные особенности степени загрязненности водной среды отражаются в изменчивости перечней как характерных загрязняющих веществ, так и критических показателей загрязненности (КПЗ) воды.

В перечень региональных характерных загрязняющих веществ устьевых областей рек включают показатели, повторяемость случаев превышения ПДК которых большую часть исследуемых лет была равна 50 и более процентов. Растворенный в воде кислород включается в перечень, если его содержание ниже 4,0 мг/л отмечалось более чем в половине анализируемых проб.

В перечень критических показателей загрязненности включают из общего перечня КПЗ те, которые за исследуемый период встречались в 50 и более процентах случаев. Как правило, при увеличении степени загрязненности воды расширяется перечень КПЗ (таблица А.1).

А.4 Для оценки тенденций трансформации компонентного состава водной среды в условиях длительного антропогенного воздействия проводят статистическую обработку многолетней режимной информации по изменчивости концентрации перечисленных выше соединений для получения следующих статистических характеристик:

а) диапазоны колебания многолетних вариационных рядов значений гидрохимических показателей;

б) интервалы НЧВЗ вариационных рядов (модальные интервалы);

в) кратность превышения ПДК для химических веществ.

Таблица А.1 – Степень загрязненности водной среды и КПЗ устьевых областей на замыкающих створах рек в многолетнем аспекте

Река (замыкающий створ)	Изменчивость степени загрязненности водной среды	КПЗ
Нива (г. Кандалакша)	Переходная от очень загрязненной к загрязненной и слабо загрязненной	Соединения меди Фенолы
Кола (г. Кола)	Переходная от загрязненной к очень загрязненной	Фенолы Соединения железа Азот аммонийный
Печора (с. Оксино)	Переходная от грязной к загрязненной и очень загрязненной	Соединения железа Соединения цинка Нефтепродукты
Пур (г. Самбург)	Переходная от грязной к очень загрязненной и экстремально грязной	Соединения железа Соединения меди Соединения цинка Нефтепродукты
Волга (с. Верхнее Лебяжье)	Переходная от грязной к очень загрязненной	Нефтепродукты Соединения меди Соединения цинка
Дон (ст.Раздорская)	Переходная от грязной к очень загрязненной	Легкоокисляемые органические вещества по $БПК_5$ Азот нитритный

Приложение Б
(рекомендуемое)

Установление интервала наиболее часто встречаемых значений (или модального интервала)

Б.1 Установление интервала НЧВЗ, используемых при оценке состояния устьевых экосистем, антропогенной нагрузки на них, уровня экологического регресса, выделенных в пределах вариационных рядов информативных гидрохимических и гидробиологических показателей проводится в следующей последовательности.

Б.2 Вариационные ряды значений представляют собой множество расположенных в беспорядке чисел. Для выявления закономерностей их варьирования данные следует ранжировать, то есть расположить в порядке увеличения.

Б.3 После ранжирования выборки подсчитывают объем выборки n и среднее арифметическое $\overline{X}$. Перед расчетом средней арифметической из рядов концентраций вещества должны быть удалены аномально высокие или низкие значения концентраций, появление которых может быть связано только с грубыми ошибками при получении информации согласно РД 52.24.622. Последующая группировка данных вариационного ряда осуществляется на основе использования стандартного отклонения σ (либо при большом объеме выборки близкого к нему среднеквадратического отклонения) как оптимальной ширины интервала. Стандартное отклонение объемлет информацию и о числе наблюдений, и о длине вариационного ряда, и потому, в отличие от них, взятых по отдельности, полнее отражает свойства генеральной совокупности. Расчет шага группировки данных проводится по формуле (Б.1) либо формуле (Б.2)

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}}, \text{ при } n>30, \qquad (Б.1)$$

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n}}, \text{ при } n<30, \qquad (Б.2)$$

где X_i – значение *i*-ой варианты выборки;

$\overline{X}$ – среднее арифметическое значение варианты выборки;

n – объем выборки.

Подсчет стандартного отклонения можно реализовать при помощи пакета прикладных программ MS Office Excel (функция СТАНДОТКЛОН). Полученное значение принимается как шаг группировки данных.

Б.4 Далее определяются границы интервалов (минимальная и максимальная), на которые будет разбит вариационный ряд. Границы интервалов приводятся с точностью дробной части m_{int} на один разряд больше, чем варианта (то есть, если варианты определены с точностью до 0,1, границы интервалов приводятся с точностью до 0,01).

Дробную часть определяют по формуле

$$m_{int} = 10^{-(d+1)}. \quad (Б.3)$$

где d – количество разрядов дробной части величин вариационного ряда.

Минимальная граница первого интервала Int_{1min} равна наименьшему значению выборки X_{min} согласно формуле

$$Int_{1min} = X_{min}. \quad (Б.4)$$

Для получения максимальной границы первого интервала Int_{1max} к его минимальной границе прибавляется стандартное отклонение по формуле

$$Int_{1max} = X_{min} + \sigma. \quad (Б.5)$$

Минимальная граница второго интервала Int_{2min} отличается от максимальной первого интервала на величину m_{int} и рассчитывается по формуле

$$Int_{2min} = X_{min} + \sigma + m_{int}. \quad (Б.6)$$

Определение границ интервалов осуществляется до тех пор, пока максимальная граница очередного интервала не превысит максимальное значение в выборке.

Б.5 После того, как намечены границы всех интервалов, остается распределить по этим интервалам выборочные варианты. Интервал, в который попадает наибольшее количество вариант, считается интервалом НЧВЗ (аналогично модальному интервалу). В отличие от модального интервала, нижняя и верхняя границы интервала НЧВЗ не являются расчетными, а определяются минимальной и максимальной вариантами, попавшими в этот интервал.

Пример 1 – Вариационный ряд значений концентрации соединений железа для р. Волга (с. Верхнее Лебяжье) с 1985 по 2007 годы состоит из 186 значений, варьирующих от 0 до 1,37 мкг/дм^3. Рассчитанное стандартное отклонение составляет 0,21. Используя его в качестве шага группировки данных, получаем 5 интервалов с границами в соответствии с таблицей Б.1.

В первый интервал с расчетными границами от 0 до 0,21 мкг/дм^3 попадает наибольшее количество значений (130 из 186). Минимальная концентрация соединений железа, попавшая в него, равна 0 мкг/дм^3, максимальная – 0,21 мкг/дм^3. Таким образом, найденный интервал НЧВЗ для соединений железа общего составляет от 0 до 0,21 мкг/дм^{3}и включает в себя 69,9 % всех величин выборки.

Во второй интервал с расчетными границами от 0,211 до 0,421 мкг/дм^3 попадает меньшее количество значений (32 из 186, что составляет 17,2 % выборки). Минимальная концентрация соединений железа, попавшая в него, равна 0,22 мкг/дм^3, максимальная – 0,42 мкг/дм^3.

В последний интервал с расчетными границами от 1,266 до 1,476 мкг/дм^3 попадает всего одно максимальное значение концентрации соединений железа, равное 1,37 мкг/дм^3.

Таблица Б.1 – Распределение значений концентрации соединений железа по интервалам (р. Волга, с. Верхнее Лебяжье)

Номер интервала	1	2	3	4	5	6	7
Пределы интервала, мкг/л	От 0 до 0,21 включ.	Св. 0,21 до 0,42 включ.	Св. 0,42 до 0,63 включ.	Св. 0,63 до 0,84 включ.	Св. 0,84 до 1,05 включ.	Св. 1,05 до 1,26 включ.	Св. 1,26 до 1,47 включ.
Число вариант в интервале	130	32	16	7	0	0	1

Диаграмма построения интервального ряда значений концентрации соединений железа для р. Волга показана на рисунке Б.1.

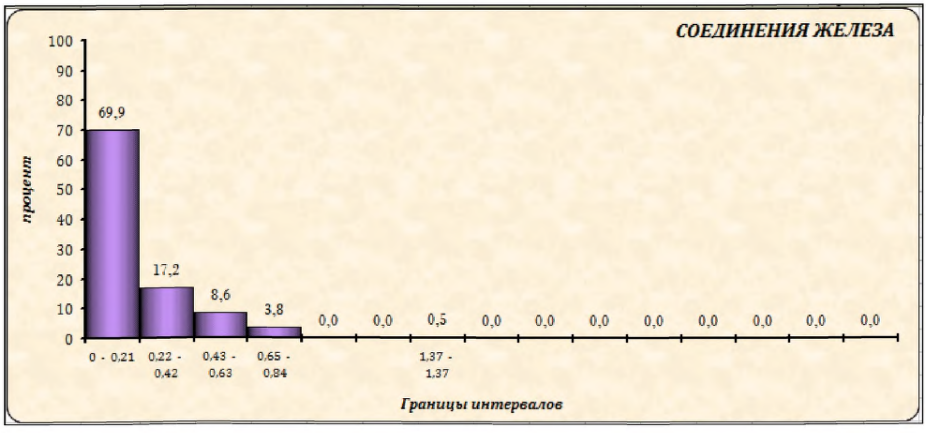


Рисунок Б.1 – Пример построения интервального ряда концентраций соединения железа

Приложение В
(рекомендуемое)

Оценка антропогенной нагрузки на устьевые области рек

В.1 Оценку антропогенной нагрузки по доле и степени антропогенного воздействия, либо модулю притока химических веществ проводят на основе анализа многолетней режимной гидрологической и гидрохимической информации ГСН.

В.2 Оценка антропогенной нагрузки по доле и степени антропогенного воздействия включает в себя следующее.

В.2.1 Составляется рабочая таблица В.1 исходя из промежуточных данных по программе расчета УКИЗВ (РД 52.24.643) и определения степени загрязненности водной среды.

Таблица В.1 – Характеристики водной среды реки А на замыкающем створе Б (примерная форма)

Годы	Характеристики водной среды			
	Степень загрязненности	КПЗ	Д	С

В.2.2 Для полученного ряда значений доли и степени антропогенного воздействия находят интервал НЧВЗ этих показателей.

В.2.3 Полученные интервалы НЧВЗ доли и степени антропогенного воздействия сравнивают с критериями оценки, приведенными в таблице 1, и определяют антропогенную нагрузку на устьевые области рек.

В.3 Оценка антропогенной нагрузки по модулю притока химических веществ включает в себя следующие этапы.

В.3.1 За многолетний период рассчитывают среднегодовые значения притока нефтепродуктов, соединений азота аммонийного и легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) согласно 6.4.

В.3.2 Поскольку речные экосистемы значительно разнятся по своей водности и площади водосборной территории сравнительную оценку антропогенной нагрузки на них проводят по модулю притока перечисленных выше химических веществ. Для этого абсолютное значение притока конкретного вещества делят на значение площади водосбора реки в конкретном пункте наблюдений и получают вариационный ряд значений модуля притока этого соединения.

В.3.3 Рассчитывают интервалы НЧВЗ модуля притока нефтепродуктов, соединений азота аммонийного и легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$). Для каждого показателя из значений, превышающих верхнюю границу модального интервала, выделяют их диапазон. Эти значения сравнивают с критериями оценки, приведенными в таблице 2 и

определяют антропогенную нагрузку на устьевую экосистему на замыкающем створе реки.

В.4 Результаты практического использования представленных алгоритмов оценки антропогенной нагрузки на устьевые экосистемы рек приведены в таблицах В.2 и В.3.

Таблица В.2 – Антропогенная нагрузка на устьевые области рек (на замыкающих створах) по доле и степени антропогенного воздействия

Река	Диапазон колебания значений доли антропогенного воздействия, %		Антропогенная нагрузка	Диапазон колебания значений степени антропогенного воздействия, %		Антропогенная нагрузка
	Общий	НЧВЗ		Общий	НЧВЗ	
Поной	23–69	30–43	Умеренная	0–33	0–11	Умеренная
Роста	61–77	64–71	Высокая	0–33	11–22	Высокая
Кола	31–64	47–57	Критическая	0–17	0	Малая
Енисей	31–61	46–54	Критическая	0–33	14–20	Критическая
Обь	53–71	60–67	Высокая	0–37	20–33	высокая
Волга	43–62	50–57	Переходная от критической к высокой	0–33	0–13	Критическая
Дон	27–69	54–69	Высокая	0–33	0–11	Умеренная

Анализ изменчивости доли антропогенного воздействия для водных объектов, представленных в таблице В.2 показал, что участие антропогенной составляющей в формировании компонентного состава водной среды многих устьевых областей рек нередко достигает по интервалу НЧВЗ 60–70 % (р. Роста, р. Обь, р. Дон), что характерно для высокой антропогенной нагрузки. При этом степень антропогенного воздействия изменялась от ее отсутствия на устьевом участке р. Кола до 14–33 % на замыкающих створах р. Енисей и р.Обь.

Оценка антропогенной нагрузки на устьевые экосистемы рек по значениям модуля притока соединений азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов показала существенное различие по перечисленным соединениям.

Антропогенная нагрузка меняется для устьевых экосистем (таблица В.3) по:

- азоту аммонийному от малой (рр. Лена, Колыма) до критической (р. Обь);
- легкоокисляемым органическим веществам от малой (рр. Онега, Колыма) до критической (р.Печора);
- нефтепродуктам от малой (рр. Онега, Северная Двина, Лена, Колыма) до критической (р. Обь).

Таблица В.3 – Пространственная изменчивость антропогенной нагрузки на устьевые области рек по модулю притока химических веществ

Ингредиент	Показатель	Устьевые области рек (река, пункт наблюдений)					
		Онега, с. Порог	Северная Двина, с.Усть-Пинега	Печора, с. Оксино	Обь, г. Салехард	Лена, с. Кюсюр	Колыма, г. Среднеколымск
Азот аммонийный	Модули притока, превышающие верхнюю границу модального интервала, т/км^2 в год	0,04–0,06	0,03–0,06	0,10–0,13	0,16–0,20	0,30–0,04	0,01–0,02
	Антропогенная нагрузка	Переходная от малой к умеренной	Переходная от малой к умеренной	Переходная от умеренной к критической	Критическая	Малая	Малая
Легкоокисляемые органические вещества по $БПК_5$	Модули притока, превышающие верхнюю границу модального интервала, т/км^2 в год	0,31–0,46	0,61–0,78	1,20–1,50	0,33–0,57	0,52–0,67	0,23–0,40
	Антропогенная нагрузка	Малая	Умеренная	Критическая	Умеренная	Умеренная	Малая
Нефтепродукты	Модули притока, превышающие верхнюю границу модального интервала, т/км^2 в год	0,01–0,02	0,02–0,03	0,07–0,18	0,12–0,26	0,03–0,04	0,01–0,02
	Антропогенная нагрузка	Малая	Малая	Переходная от умеренной к критической	Критическая	Малая	Малая

Приложение Г
(рекомендуемое)

Оценка риска воздействия по уровню антропогенного эвтрофирования и экологического регресса устьевых экосистем

Г.1 Планктонным и бентосным сообществам водных организмов принадлежит ведущая роль в индикации природных модификаций состояния устьевых экосистем, антропогенное воздействие на которые вызывает усиление процессов антропогенного эвтрофирования или экологического регресса по РД 52.24.620 и РД 52.24.633.

Для расчета уровней антропогенного эвтрофирования или экологического регресса необходимо, в первую очередь, оценить эффект антропогенного воздействия на устьевую экосистему, который определяют по статистическим характеристикам численности фитопланктона (относительная плотность вариационного ряда $П_о$ и мода $М_о$ внутри модального интервала). Критерии, по которым проводят классификацию эффекта антропогенного воздействия, приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Классификация эффектов антропогенного воздействия (РД 52.24.620)

Эффект антропогенного воздействия	Статистические характеристики вариации общей численности фитопланктона	
	$М_о$, тыс.кл./мл	$П_о$, %
Экологический регресс	0,5	100–300
Элементы экологического регресса	До 1,5	50–100
Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	До 2,0	20 – 60
Антропогенное напряжение	До 5,0	50–100
Антропогенное эвтрофирование	Св. 10,0	До 30

Г.2 Оценку уровня антропогенного эвтрофирования в соответствии с РД 52.24.620 проводят на основе расчета статистических характеристик развития фитопланктона, приведенных в таблице Г.2.

По совокупности полученных статистических характеристик оценивают уровень антропогенного эвтрофирования устьевых экосистем.

Таблица Г.2 – Классификация уровней антропогенного эвтрофирования (РД 52.24.620)

Статистические характеристики развития фитопланктонного сообщества	Уровень эвтрофирования		
	низкий	средний	высокий
Мода модального интервала общей численности $M_{оч}$, тыс.кл./мл	2,0–10	2,0–20	1,0–10
Частота обнаружения высоких значений общей численности α_1, %	10–40	10–40	20–50
Кратность превышения аномально высоких значений общей численности β	5–50	50–200	10–300
Мода модального интервала общего числа видов $M_{ов}$	20–30	10–20	10–25
Мода модального интервала относительной численности доминирующего вида $M_{од}$, %	30–50	50–100	20–70
Мода модального интервала относительной численности группы сине-зеленых весной $M_{ос-з}$	До 5	30–50	40–60

Г.3 Оценку уровня экологического регресса проводят в соответствии с РД 52.24.633 и таблицы Г.3 по совокупности следующих статистических характеристик:

а) модальный интервал многолетних вариационных рядов общей численности бактериопланктона;

б) модальный интервал многолетних вариационных рядов общей численности макрозообентоса и относительной численности группы олигохет;

в) модальный интервал вариационных рядов числа видов фитоперифитонных сообществ;

г) модальный интервал вариационных рядов относительной численности группы коловраток и доминирующих видов в зоопланктонном сообществе;

д) модальный интервал вариационных рядов общей численности фитопланктона.

Г.4 Оценку риска воздействия по уровню внутрисистемных процессов проводят по шкале, представленной в таблице 4.

Согласно описанному алгоритму проведена оценка риска воздействия на устьевые экосистемы отдельных рек. Пространственная изменчивость эффекта антропогенного воздействия на устьевые области рек приведена в таблице Г.4. Оценка риска воздействия на устьевые экосистемы по уровню экологического регресса – в таблице Г.5.

Таблица Г.3 – Классификация устьевых экосистем по уровню экологического регресса (РД 52.24.633)

Уровень экологического регресса	Модальный интервал вариационных рядов							Доминирующие виды фитоперифитона, их сапробность
	общей численности бактериопланктона, млн. кл./мл	общей численности макрозообентоса, тыс. экз/м^2	относительной численности группы олигохет, %	числа видов фитоперифитона	относительной численности коловраток в зоопланктонном сообществе, %*	относительной численности доминирующих видов зоопланктонных сообществ, %; их сапробность	общей численности фитопланктонных сообществ, тыс. кл./мл**	
Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	0,3– 0,1	1,0–85	30–98	15–45	До 30	15–30; 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
Элементы экологического регресса	1,1–5,0	0,10–30,0	50–100	10–20	25–90	20–100 Keratella quadrata; 10–90 Brachionus calyciflorus, β-α; 20–80 Rotaria rotatoria, α;	0,10–5,0	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
Экологический регресс	5,1–15,0	0,01–10,0	70–100	5–20	70–100	20–100 Rotaria rotatoria, α; 20–100 Bdelloidea, α-ρ	0,01–0,70	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

* При низком уровне экологического регресса содоминируют циклопиды или кладоцеры.

** На фоне периодического усиления процессов антропогенного эвтрофирования при экологическом регрессе.

Таблица Г.4 – Пространственная изменчивость эффекта антропогенного воздействия на устьевые области рек

Река – пункт режимных наблюдений (замыкающий створ)	Изменчивость степени загрязненности водной среды за многолетний период	Мода модального интервала общей численности фитопланктона, тыс. кл. /мл	Относительная плотность вариационного ряда $П_о$, %	Эффект антропогенного воздействия (РД 52.24.620)
Патсо-йоки – Борисоглебская ГЭС	Переходная от слабо загрязненной к загрязненной	1,20	43	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
Печенга – ст. Печенга	Переходная от загрязненной к очень загрязненной	1,1	41	
Кола – устье, г. Кола		1,1	45	
Вирма – с. Ловозеро		2,7	17	Антропогенное напряжение с элементами антропогенного эвтрофирования
Ковдора – ниже устья р. Можель		4,9	8	
Лена – с. Кюсюр	Переходная от грязной к очень загрязненной	1,09	49,9	Элементы экологического регресса
Колыма – г/с Колымское	Переходная от загрязненной к очень загрязненной	0,52	93,4	
Колос-йоки – устье	Переходная от очень грязной к грязной	0,32	147	Экологический регресс
Роста – устье, г. Мурманск	Переходная от грязной к очень и экстремально грязной	0,11	260	

Таблица Г.5 – Оценка риска воздействия на устьевые области рек по уровню экологического регресса

Река – пункт наблюдений (замыкающий створ)	Модальный интервал вариационных рядов значений:				Уровень экологического регресса	Риск воздействия
	общей численности бактериопланктона, млн.кл./см^3	общей численности макрозообентоса, тыс. экз./м^2	относительной численности группы олигохет, %	общей численности фитоперифитона, тыс. кл./см^3		
Кола – г.Кола	1,00–2,50	0,16–2,75	5–33	0,20–2,00 0,01–0,10	Переходный от антропогенного напряжения к элементам экологического регресса	Низкий
Северная Двина – ниже замыкающего створа г. Архангельск	0,30–1,96	0,16–1,80	68–95	0,03–1,9		
Лена – с. Кюсюр	0,50–2,74	н.о.* – 0,28	0–30	0,11–1,8	Антропогенное напряжение	
Волга – с. Верхнее Лебяжье	Нет данных	0,14–4,04	53–94	0,08–6,8	Элементы экологического регресса	Средний
Печенга – ст. Печенга	1,50–3,00	1,10–9,96	50–98	0,10–2,00 0,03–0,29		
Роста – г. Мурманск	5,00–16,9	229–839	97–100	0,001–0,065	Экологический регресс	Высокий

*н.о. – ниже предела обнаружения.

Библиография

[1] Хрусталев Ю.П. Эколого-географический словарь. – РГУ: Батайск, 2000. – 197 с.

[2] Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. – М.: Статистика, 1979. – 440 с.

[3] Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. – М.: Наука, 1982. – 144 с.

[4] Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем / Учебное пособие. – СПб.: Наука, 2004. – 294 с.

[5] Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. – СПб.; М.: Летний сад, 2009. – В 3-х томах (Т.3: Р-Я. – 216 с.)

[6] Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. – М.: НИА. – Природа, 2004. – 273 с.

[7] Никаноров А.М., Иванов В.В., Брызгало В.А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. – Ростов-на-Дону: Изд-во "НОК", 2007. – 280 с.

Лист регистрации изменений

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

gost.e-ecolog.ru