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

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

Р 52.24.862–2017

ВЫБОР ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ КОЛЕБАНИЙ ИНФОРМАТИВНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ростов-на-Дону
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 РАЗРАБОТЧИКИ Л.И. Минина, канд. хим. наук (руководитель разработки), Л.С. Косменко, канд. хим. наук (ответственный исполнитель); О.С. Решетняк, канд. геогр. наук; А.О. Даниленко, канд. биол. наук

3 СОГЛАСОВАНЫ с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун») 23.03.2017 и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ (УМЗА) Росгидромета 04.04.2017

4 УТВЕРЖДЕНЫ Заместителем Руководителя Росгидромета 04.04.2017

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 21.04.2017 г. № 176

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ФГБУ «НПО «Тайфун» от 10.04.2017 за номером Р 52.24.862-2017

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2017

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 4
5 Основные подходы 5
6 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем 6
Приложение А (рекомендуемое) Алгоритм выделения модального интервала значений гидрохимических показателей состояния речных экосистем 8
Приложение Б (рекомендуемое) Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем на примере участков рек Европейского Севера России 12
Библиография 16

Введение

Нарастание экологической напряженности в отдельных регионах Российской Федерации обостряет необходимость разработки для них критериев оценки изменчивости экологического состояния и определения допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния водных объектов.

По мере понимания того, что превышение предельно допустимых концентраций неоднозначно свидетельствует о неблагополучии водных экологических систем, произошли изменения в требованиях к нормированию антропогенной нагрузки и состояния водных объектов. Согласно статье 21 Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», регламентирование должно осуществляться на основе нормативов качества окружающей среды, которые устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем. При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий. Возросла необходимость учета природных особенностей, и в частности, природного регионального гидрохимического фона. Разработка нормативов качества вод с учетом природных особенностей водных объектов предусмотрена статьёй 35 Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ.

В этой связи разработка методологии выбора допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния для речных экологических систем или их участков различных регионов России является актуальной.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ВЫБОР ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ КОЛЕБАНИЙ ИНФОРМАТИВНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Дата введения – 2018–02–05
Срок действия – до 2023–02–06

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают методологические подходы к выбору допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экологических систем для оценки их современного состояния с учетом природно-климатических условий их функционирования, а также для совершенствования режимного и оперативного мониторинга, прогнозирования качества поверхностных вод и решения других практических задач.

Настоящие рекомендации предназначены для оперативно-производственных подразделений Росгидромета, осуществляющих наблюдения за изменчивостью химико-биологического состояния водных экологических систем в рамках государственной системы наблюдений, для организаций министерств и ведомств, в задачи которых входит оценка и прогнозирование последствий антропогенного воздействия на речные экологические системы, а также своевременное предупреждение возможности возникновения чрезвычайных экологических ситуаций на контролируемых водных объектах.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

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

Р 52.24.776–2012 Оценка антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые области рек с учетом их региональных особенностей

РД 52.24.309–2016 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши

РД 52.24.622–2016 Порядок проведения расчета условных фоновых концентраций химических веществ в воде водных объектов для установления нормативов допустимых сбросов сточных вод

РД 52.24.633–2002 Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического

регресса пресноводных экосистем

Примечание – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов Росгидромета по РД 52.18.5 и дополнений к нему – ежегодно издаваемым информационным указателям нормативных документов (ИУНД).

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим руководящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих рекомендациях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **антропогенное воздействие**: Прямое и опосредованное (косвенное) влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду [1].

3.1.2 **абиотические факторы**: Совокупность физических и химических факторов неорганической среды, прямо или косвенно воздействующих на живые организмы [2].

Примечание – К физическим факторам относят: физико-географические условия (рельеф, почвенный покров, климатические, гидрологические условия); геологические условия (состав горных пород, гидрогеологические условия и др.); к химическим – химический состав элементов природных сред (атмосферы, гидросферы, литосферы).

3.1.3 **вариационный ряд**: Совокупность значений варьирующего признака и соответствующих им численностей единиц совокупности [3].

3.1.4 **гидрохимические показатели**: Показатели качества воды, характеризующие её физические свойства и химический состав: температуру, прозрачность, запах, вкус, электрическую проводимость, окислительно-восстановительный потенциал (Eh), водородный показатель (pH), главные ионы, биогенные и органические вещества, растворенные газы, загрязняющие вещества [4].

3.1.5 **интервал**: Границы значений варьирующего признака [3].

3.1.6

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

[ГОСТ 27065-86, статья 15]

3.1.7 **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 [5].

3.1.8 **модальный интервал**: Интервал, включающий наиболее часто встречающиеся величины в данном вариационном ряду [3].

3.1.9 **речные экологические системы (речные экосистемы)**: Экологические системы в пределах участка реки, биотопа и т.п., функционирующие в определенных природно-климатических условиях.

3.1.10

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 и др.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 45]

3.1.11 **устойчивость экологической системы (устойчивость экосистемы):** Способность экосистемы и её отдельных частей сохранять структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов [2].

Примечание – Устойчивость целесообразно рассматривать как способность сообществ к саморегуляциии, основанную на возможности адаптироваться к изменениям внешних условий, и как меру их чувствительности к нарушениям, сохраняя свои особенности во времени.

3.1.12

экологическое благополучие водного объекта: Нормальное воспроизведение основных звеньев экологической системы водного объекта.

Примечание – К основным звеньям относятся пелагические и придонные ракообразные и рыбы.

[ГОСТ 17.1.1.01-77, статья 46]

3.1.13 **экологические системы (экосистемы)**: Единые, устойчивые, взаимозаменяемые, саморазвивающиеся, саморегулирующиеся совокупности естественных компонентов природной среды, осуществляющие процессы обмена вещества и энергии [1].

Примечание – Различают: естественные экологические системы – первозданные, неизмененные или относительно мало изменённые человеком; модифицированные – частично или полностью изменённые в процессе хозяйственной деятельности; трансформированные – преобразованные человеком естественные экологические системы.

3.2 В настоящих рекомендациях введены и применены следующие сокращения:

- $БПК_5$ – биохимическое потребление кислорода (показатель содержания легкоокисляемых органических веществ в воде);
- ГСН – государственная система наблюдений за состоянием окружающей среды;
- ЛООВ – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$);
- ХПК – химическое потребление кислорода (характеризует содержание органических веществ в воде).

4 Общие положения

4.1 Одним из важнейших свойств любой речной экосистемы является её устойчивость, то есть способность сообществ к саморегуляции, основанная на возможности адаптироваться к изменениям внешних условий, а также способность оставаться относительно неизменными или меняться в пределах своего структурно-функционального состояния, либо возвращаться к нему в течение жизненного цикла или цикла внешнего воздействия.

Природная устойчивость определяет саму возможность существования экосистемы, ее развитие и благоприятность хозяйственного использования.

4.2 Различают естественную устойчивость и устойчивость к антропогенным воздействиям.

Для речных экосистем, не подверженных антропогенному воздействию, устойчивость можно рассматривать, как способность экосистемы длительно существовать, сохраняя свои основные свойства. Для участков рек, подверженных антропогенному влиянию, – как способность экосистемы противостоять внешнему воздействию, сохраняя свои свойства.

4.3 Устойчивое функционирование речных экосистем в условиях существенной изменчивости естественных абиотических факторов обеспечивается поддержанием допустимых диапазонов колебаний показателей состояния, в том числе и гидрохимических.

4.4 На устойчивое функционирование экосистем в отдельно взятом речном бассейне или природно-территориальной единице влияют особенности водосборной территории и природно-климатические условия, а также уровень антропогенного воздействия, которое не должно приводить к нарушению экологического состояния речной экосистемы и ухудшению качества воды.

Учёт природно-климатических особенностей функционирования речных экосистем лежит в основе современных подходов к оценке качества воды, устойчивости и состояния водных экосистем. Это наиболее важно при выборе информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем, поскольку одни показатели адекватно отражают состояние и функционирование экосистем в одних природно-климатических условиях, другие – в других.

4.5 Для оценки устойчивости речных экосистем предлагается использование информативных гидрохимических показателей их состояния, наиболее полно отражающих изменчивость качества воды и состояния экосистем. Таковыми являются главные ионы (особенно, сульфаты, хлориды, ионы магния), биогенные вещества (соединения азота и фосфора), органические соединения (по $БПК_5$ и ХПК), фенолы, нефтепродукты и соединения тяжелых металлов (железа, меди, цинка, марганца и др.)

4.6 Критериями оценки устойчивости речных экосистем являются допустимые пределы колебаний информативных гидрохимических показателей состояния, превышение которых может приводить к переходу экосистемы в другое (новое) состояние.

Выявление допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем проводится на основе статистической обработки многолетних вариационных рядов значений их концентраций и выделении модальных интервалов.

5 Основные подходы

5.1 На формирование химического состава воды и состояние речных экосистем оказывают влияние природные и антропогенные факторы, доля которых различна для отдельных речных бассейнов разных регионов России. При этом для речных экосистем различных природно-климатических зон характерны зональные региональные особенности компонентного состава водной среды и состояния гидробиоценозов.

5.2 Установление допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем следует проводить для отдельных водных объектов или их участков, отличающихся природно-климатическими условиями их формирования и функционирования.

5.3 Необходимо наличие многолетней гидрохимической и гидробиологической информации, полученной с помощью научно-обоснованных методик. Формирование информационного массива проводят по данным измерений государственного мониторинга ГСН Росгидромета либо других ведомств, осуществляющих территориальный, локальный и другие виды мониторинга поверхностных водных объектов.

Наличие гидробиологической информации является желательным условием для оценки устойчивости и состояния речных экосистем по их экологическому благополучию согласно одному из документов: РД 52.24.633, Р 52.24.661, Р 52.24.776. При отсутствии гидробиологических данных оценку устойчивости и состояния речных экосистем проводят по гидрохимическим показателям согласно Р 52.24.661.

5.4 Информация должна быть представительной с точки зрения функционирования водной экосистемы и быть полученной по единым методам отбора и анализа проб, охватывать основные гидрологические периоды, быть комплексной с точки зрения совмещения сроков отбора проб на гидробиологический и гидрохимический анализ (согласно РД 52.24.309).

5.5 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем проводят по результатам статистической обработки систематизированных данных наблюдений для рек или их участков (речных экосистем).

5.6 Допустимые пределы колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем - это значения концентраций химических веществ, определяемые как верхняя граница модальных интервалов, превышение которых может вызывать переход речной экосистемы в другое состояние. Соблюдение допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем будет способствовать сохранению и восстановлению благоприятной среды обитания сообществ водных организмов и нормальному их функционированию.

6 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем

6.1 При выборе допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем, находящихся в различных природно-климатических условиях используют многолетнюю информацию об изменчивости этих показателей в водной среде конкретных речных экосистем и/или их участков.

6.2 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния включает следующие этапы:

а) этап 1 – формирование и подготовка массива многолетней гидрохимической информации ГСН;

б) этап 2 – выбор информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем с учётом особенностей природно-климатических условий их функционирования;

в) этап 3 – определение допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния проводится только для речных экосистем, экологическое состояние которых характеризуется как:

1) «экологическое благополучие» («фоновое состояние») или «антропогенное экологическое напряжение», определённое по гидробиологическим показателям методом экологических модификаций (согласно РД 52.24.309);

2) «естественное», «равновесное» и/или «кризисное» или переходное из одного в другое, определённое по гидрохимическим показателям (согласно Р 52.24.661);

г) этап 4 – проверка временных рядов значений гидрохимических показателей на отсутствие статистически значимого растущего тренда за многолетний период (одним из стандартных статистических методов).

При выявлении статистически значимых растущих трендов за многолетний период по отдельным гидрохимическим показателям определение их допустимых пределов колебания не корректно.

д) этап 5 – выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем, отве-

чающим критериям этапов 3 и 4, проводят на основе рассчитанных модальных интервалов значений концентраций, алгоритм расчёта которых приведен в приложении А.

Допустимые пределы колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем - это значения концентраций химических веществ, определяемые как верхняя граница модальных интервалов, превышение которых может вызывать переход речной экосистемы в другое состояние.

6.3 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей не проводят для речных экосистем, находящихся в «критическом» или «катастрофическом» состоянии по гидрохимическим показателям или функционирующих в состоянии «экологического регресса» (или «с элементами метаболического регресса») по гидробиологическим показателям.

При наличии статистически достоверных положительных трендов отдельных информативных гидрохимических показателей в экологически благополучных речных экосистемах, определение допустимых пределов колебаний по данному показателю также не корректно. В этом случае можно выделить в многолетнем ряду наблюдений временной период, характеризующийся отсутствием тренда.

6.4 Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем показан на примере участков рек Европейского Севера России в приложении Б.

Приложение А
(рекомендуемое)

Алгоритм выделения модального интервала значений гидрохимических показателей состояния речных экосистем

А.1 Провести восходящее ранжирование вариационных рядов значений гидрохимического показателя.

А.2 Исключить из выборки аномально высокие или низкие значения («промахов»), появление которых может быть связано только с грубыми ошибками при получении информации согласно РД 52.24.622.

Наличие промахов в ранжированной выборке оценивают по критерию Ирвина [6] последовательно для каждого максимального значения. Для этого рассчитывают критериальное значение $\lambda_{факт}$ по формуле

$$\lambda_{факт} = \frac{X_{n+1} - X_n}{\sigma}, \qquad (А.1)$$

где X_{n+1} и X_n – наибольшие значения показателя в выборке;

σ - стандартное отклонение, которые вычисляется по формулам А.2 или А.3 для выборки, включающей в себя предполагаемый «промах»:

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

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n}}, \text{ при } n<30, \qquad (А.3)$$

где X_i – i-ое значение показателя выборки;

$\overline{X}$ – среднее арифметическое значений показателя выборки;

n – количество значений показателя в выборке.

Затем $\lambda_{факт}$ сравнивается с табличным значением критерия $\lambda_{теор}$, приведенным в таблице А.1. Если объем выборки занимает промежуточное положение между приведёнными в таблице А.1, используют критерий для большего n.

Пример – Для анализа выборки, состоящей из 15 вариантов, применяют критериальное значение $\lambda_{теор}$, рассчитанное для n=20 (1,3 при p<0,05 и 1,8 при p<0,01). Рекомендуемый уровень значимости p<0,05.

Если $\lambda_{факт} > \lambda_{теор}$, то нулевая гипотеза о принадлежности оцениваемого «промаха» данной выборке не подтверждается, т. е. результат ошибочный и

должен быть исключён при дальнейшей обработке вариационных рядов, а следующее максимальное значение вновь подвергается оценке по этой же процедуре.

Таблица А.1 - Теоретические значения критерия Ирвина $\lambda_{теор}$ для различных уровней значимости *p* [6]

Количество значений показателя в выборке n	Критерий $\lambda_{теор}$ при уровне значимости *p*	
	менее 0,05	менее 0,01
1	2,0	3,0
2	2,8	3,7
3	2,2	2,9
10	1,5	2,0
20	1,3	1,8
30	1,2	1,7
50	1,1	1,6

Допустимо сразу удалить предполагаемые «промахи», исключив из выборки 5 % её результатов. Удаление данных из выборки возможно, если объем её составляет не менее 40 единиц, при этом удаляют по 2,5 % и минимальных, и максимальных данных. Рассчитать количество удаляемых с одного края ранжированной выборки данных $N_{уд}$ можно по формуле

$$N_{уд}=0,025n, \quad (А.4)$$

где n – количество значений показателя в выборке.

Пример – Если объем выборки составляет 40 единиц, то $N_{уд}=40\cdot0,025=1$. Следовательно, при $N_{уд}=1$ удаляется одно наименьшее и одно наибольшее значение. Если число удаляемых данных получается с остатком, округляют до целого числа в меньшую сторону.

Если после удаления 5 % выборки остаются предполагаемые промахи, то удалённые значения должны быть возвращены в выборку и проанализированы при помощи статистического критерия Ирвина, как описано выше.

А.3 Рассчитать шаг группировки оставшихся данных вариационного ряда на основе стандартного отклонения как оптимальной ширины интервала по формулам А.2 или А.3.

А.4 Определить границы интервалов (минимальная и максимальная) вариационного ряда. Границы интервалов приводят с точностью на один разряд больше, чем значение показателя (то есть, если значение показателя определено с точностью до 0,1, границы интервалов приводятся с точностью до 0,01).

Минимальная граница первого интервала Int^1_{min} равна наименьшему значению выборки X_{min} согласно формуле

$$Int^1_{min} = X_{min}. \quad (А.5)$$

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

$$Int^1_{max} = X_{min} + \sigma. \quad (A.6)$$

Минимальная граница второго интервала Int^2_{min} отличается от максимальной первого интервала на величину m_{int} (точность, с которой определено значение показателя) и рассчитывается по формуле

$$Int^2_{min} = X_{min} + \sigma + m_{int}. \quad (A.7)$$

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

А.5 Провести распределение значений показателей по интервалам.

Интервал, в который попадает наибольшее количество значений, является модальным. Для оценки его границ используют фактическое минимальное и максимальное значения показателя, вошедшие в расчетные границы модального интервала. Для удобства выделения модального интервала ряд распределения представляют графически в виде гистограммы частостей, где по оси абсцисс откладывают значения границ интервалов и на их основании стоят прямоугольники, высота которых пропорциональна частостям – частотам, выраженным в процентах.

Пример – Вариационный ряд значений концентрации соединений никеля в водной среде р.Териберка (60 км Серебрянской автодороги) за период с 1986 по 2012 годы состоит из 159 значений от <0,003 до 62 мкг/дм^3.

Рассчитанное стандартное отклонение составляет 6,9 мкг/дм^3. При этом максимальное значение (62 мкг/дм^3) более, чем двукратно превышает предыдущее (30 мкг/дм^3), что требует его проверки по критерию Ирвина.

X_n=62 мкг/дм^3; X_{n-1}=30 мкг/дм^3; σ=6,9 мкг/дм^3

$\lambda_{факт}$=(62-30)/6,9=4,63 при $\lambda_{теор}$ = 1,1 (p<0,05)

$\lambda_{факт} > \lambda_{теор}$, следовательно, результат должен быть исключен из дальнейшего анализа.

В новой выборке максимальное значение (30 мкг/дм^3) в 1,5 раза превышает предыдущее (20 мкг/дм^3) и требует проверки по критерию Ирвина. Рассчитанное стандартное отклонение составляет 5,1 мкг/дм^3.

X_n=30 мкг/дм^3; X_{n-1}=20 мкг/дм^3; σ=5,1 мкг/дм^3;

$\lambda_{факт}$=(30-20)/5,1=1,96 при $\lambda_{теор}$ = 1,1 (p<0,05);

$\lambda_{факт} > \lambda_{теор}$, следовательно, результат должен быть исключен из дальнейшего анализа.

В новой выборке максимальное значение (20 мкг/дм^3) незначительно превышает предыдущее (18 мкг/дм^3). Результаты проверки максимального значения по критерию Ирвина показывают, что $\lambda_{факт}$=0,43 и $\lambda_{факт} < \lambda_{теор}$ при p<0,05, следовательно, это значение не может быть исключено.

Рассчитанное стандартное отклонение в выборке, очищенной от «промахов», составляет 4,6 мкг/дм^3. Используя его в качестве шага группировки данных, получаем пять интервалов с границами в соответствии с таблицей А.2.

В первый интервал с расчетными границами от <0,003 до 4,0 мкг/ дм^3 попадает наибольшее количество значений (110 из 157 или 70,1 %). Этот интервал является модальным.

Таблица А.2 – Распределение значений концентрации соединений никеля по интервалам (р. Териберка, 60 км Серебрянской автодороги)

Номер интервала	Расчетный интервал вариационного ряда, мкг/дм^3	Фактический интервал концентрации, мкг/дм^3	Число значений концентрации никеля в интервале, ед.
1	От 0 до 4,6 включ.	От 0 до 4,0	110
2	Св. 4,6 до 9,2 включ.	От 5,0 до 9,0	30
3	Св. 9,2 до13,8 включ.	От 10,0 до 13,0	10
4	Св. 13,8 до18,4 включ.	От 14,0 до18,0	6
5	Св. 18,4 до 23,0 включ.	От 19,0 до 23,0	1

Пример гистограммы частостей значений концентраций соединений никеля в воде р. Териберка в створе наблюдений «60-й км Серебрянской автодороги» показан на рисунке А.1.

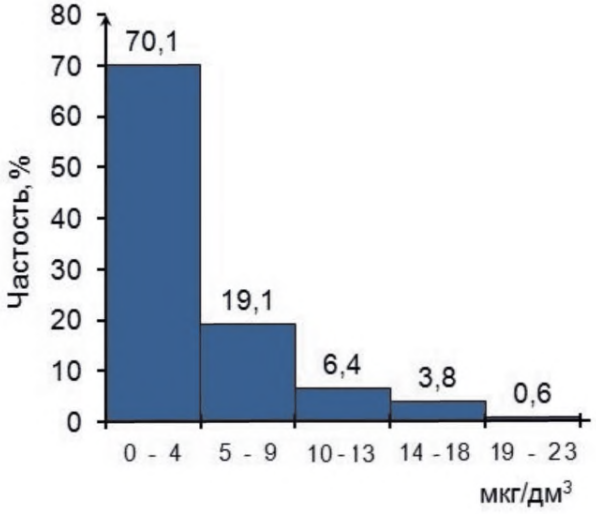


Рисунок А.1 – Гистограмма частостей значений концентраций соединений никеля в воде р. Териберка

Приложение Б
(рекомендуемое)

Выбор допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем на примере участков рек Европейского Севера России

Б.1 Провести формирование и подготовку массива многолетней гидрохимической информации.

Для выбора допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем на территории Европейского Севера использована режимная гидрохимическая информация ГСН за период с 1980 по 2012 гг.

Б.2 Выбрать информативные гидрохимические показатели состояния для речных экосистем на территории Европейского Севера России.

Перечень информативных гидрохимических показателей включает: ЛООВ (по $БПК_5$), нефтепродукты, азот аммонийный, соединения железа, меди, цинка.

Б.3 Провести оценку состояния речных экосистем по гидробиологическим показателям методом экологических модификаций согласно РД 52.24.309.

Результаты оценки экологического состояния участков рек Европейского Севера представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Экологическое состояние отдельных речных экосистем по гидробиологическим показателям

Река	Пункты наблюдений	Состояние экосистемы
Вите	Устье	Фоновое состояние (экологическое благополучие)
Лотта	Устье	
Печенга	ст. Печенга	Антропогенное экологическое напряжение
Ура	с. Ура-Губа	
Патсо-йоки	Борисоглебская ГЭС	
Нива	г. Кандалакша	
Колос-йоки	Устье	Антропогенный экологический регресс
Нюдуай	Устье	
Роста	г. Мурманск	

Б.4 Провести оценку состояния речных экосистем по гидрохимическим показателям (азоту аммонийному и ЛООВ, определяемым по $БПК_5$) согласно Р 52.24.661. Состояние речных экосистем может варьировать от «естественного» или «равновесного» до «критического» или даже «катастрофического».

На основе статистической обработки многолетней гидрохимической информации определяют модальные интервалы значений концентрации ЛООВ

(по $БПК_5$) и азота аммонийного в воде речных экосистем. Примеры приведены на рисунке Б-1 и в таблице Б.2.

Определение состояния исследуемых речных экосистем, находящихся в различных природно-климатических условиях, проводят путём соотнесения полученных модальных интервалов гидрохимических показателей со значениями классификатора состояния водных экосистем согласно Р 52.24.661. Результаты оценки состояния речных экосистем Европейского Севера России приведены в таблице Б.2.

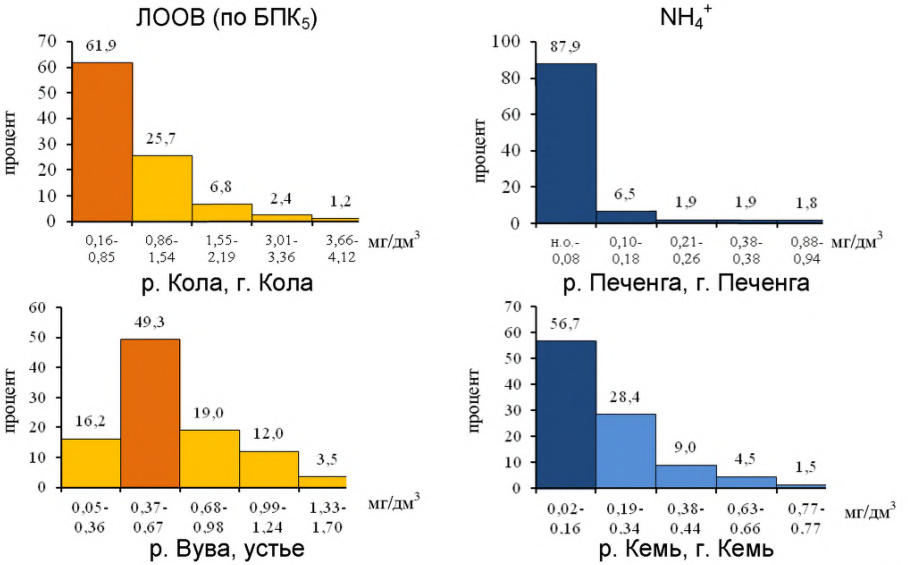


Рисунок Б.1 – Гистограммы относительных частостей значений концентраций ЛООВ и азота аммонийного в воде рек Европейского Севера

Б.5 По результатам оценки можно сгруппировать речные экосистемы или их участки по состоянию:

- «естественное» и/или «равновесное»;
- переходное из «естественного» или «равновесного» в «кризисное»;
- переходное из «естественного» или «равновесного» в «критическое» или даже «катастрофическое».

В «естественном» и/или «равновесном» состоянии находятся речные экосистемы большинства исследуемых участков рек (р. Лотта, устье; р. Патсо-Йоки, Борисоглебская ГЭС; р. Териберка, 60 км Серебрянской автодороги; р. Ура, с. Ура-Губа р. Вите, устье; р. Вува, устье; р. Ена, г. Ена; р. Кемь, г. Кемь; р. Нива, г. Кандалакша). В переходном из «естественного» или «равновесного» в «кризисное» состоянии – экосистемы р. Кола (г. Кола) и р. Умба (рыбозавод), а в переходном из «равновесного» или «кризисного» в «критическое» или «катастрофическое» - экосистемы р. Роста (г. Мурманск) и р. Нюхча (с. Нюхча).

Таблица Б.2 – Классификация состояния речных экосистем Европейского Севера России по гидрохимическим показателям

Река	Пункт наблюдений	ЛООВ по $БПК_5$		Азот аммонийный	
		Модальный интервал концентраций, мг/дм^3	Состояние экосистемы	Модальный интервал концентраций, мг/дм^3	Состояние экосистемы
Зоны тундры и лесотундры					
Лотта	Устье	От 0,09 до 0,56	Естественное	От 0,005 до 0,07	Естественное
Териберка	60 км Серебрян. а/д	От 0,45 до 0,75	Естественное	От 0,005 до 0,05	Естественное
Ура	с. Ура-Губа	От 0,09 до 0,71	Естественное	От 0,005 до 0,07	Естественное
Патсойоки	Борисоглебская ГЭС	От 0,09 до 0,77	Естественное	От 0,005 до 0,07	Естественное
Кола	г. Кола	От 0,16 до 0,99	Естественное	От 0,005 до 0,72	Переходное из естественного в кризисное
Роста	г. Мурманск (устье)	От 1,05 до 8,70	Переходное из равновесного в катастрофическое	От 0,005 до 2,20	Переходное из равновесного в критическое
Зона тайги					
Вува	Устье	От 0,37 до 0,67	Естественное	От 0,005 до 0,02	Естественное
Вите	Устье	От 0,10 до 0,91	Переходное из естественного в равновесное	От 0,005 до 0,05	Естественное
Ена	п. Ена	От 0,08 до 1,10	Переходное из естественного в равновесное	От 0,005 до 0,12	Переходное из естественного в равновесное
Кемь	г. Кемь	От 1,06 до 1,83	Равновесное	От 0,02 до 0,16	Равновесное
Нива	г. Кандалакша	От 0,21 до 1,61	Переходное из естественного в равновесное	От 0,005 до 0,08	Естественное
Умба	Рыбоводный завод	От 0,11 до 2,33	Переходное из естественного в кризисное	От 0,005 до 0,07	Естественное
Нюхча	с. Нюхча	От 0,42 до 4,16	Переходное из естественного в критическое	От 0,07 до 0,44	Равновесное

Таким образом, критериям по выбору водных объектов для расчёта допустимых пределов колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем в соответствии с разделом 6 соответствуют реки, находящиеся как в экологически благополучном состоянии, так и в «естественном» и/или «равновесном» – это рр. Вите, Лотта, Ура, Патсо-йоки, Териберка, Вува, Ена, Кемь, Нива.

Результаты статистической обработки временных рядов значений гидрохимических показателей показали отсутствие статистически значимых растущих трендов.

Б.6 Расчет модальных интервалов концентраций информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем проводят согласно алгоритму, приведённому в приложении А. Рассчитанные модальные интервалы значений концентраций информативных гидрохимических показателей состояния отдельных речных экосистем Европейского Севера России представлены в таблице Б.3.

Верхние границы рассчитанных модальных интервалов значений концентраций являются допустимыми пределами колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем Европейского Севера.

Таблица Б.3 – Модальные интервалы значений концентраций информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем Европейского Севера

Река	Пункт наблюдений	Модальный интервал значений концентраций, мг/дм^3					
		азота аммонийного	ЛООВ	нефтепродуктов	соединений железа	соединений меди	соединений цинка
Зоны тундры и лесотундры							
Лотта	Устье	От 0,005 до **0,07**	От 0,09 до **0,56**	От 0,001 до **0,02**	От 0,12 до **0,20**	От 0,001 до **0,002**	От 0,001 до **0,008**
Териберка	60 км Серебрянской автодороги	От 0,005 до **0,05**	От 0,45 до **0,75**	От 0,001 до **0,02**	От 0,17 до **0,25**	От 0,001 до **0,003**	От 0,001 до **0,016**
Пазсойоки	Борисоглебская ГЭС	От 0,005 до **0,07**	От 0,09 до **0,77**	От 0,001 до **0,02**	От 0,01до **0,04**	От 0,001 до **0,003**	От 0,001 до **0,006**
Ура	с. Ура-Губа	От 0,005 до **0,07**	От 0,09 до **0,71**	От 0,001 до **0,03**	От 0,02 до **0,21**	От 0,001 до **0,003**	От 0,001 до **0,010**
Зона тайги							
Вите	Устье	От 0,005 до **0,05**	От 0,10 до **0,91**	От 0,001 до **0,03**	От 0,01 до **0,04**	От 0,001 до **0,007**	От 0,001 до **0,006**
Вува	Устье	От 0,005 до **0,02**	От 0,37 до **0,67**	Менее 0,001	От 0,15 до **0,26**	От 0,001 до **0,005**	От 0,001 до **0,006**
Нива	г. Кандалакша	От 0,005 до **0,08**	От 0,21 до **1,61**	От 0,001 до **0,03**	От 0,01 до **0,05**	От 0,001 до **0,006**	От 0,001 до **0,007**
Ена	п. Ена	От 0,005 до **0,12**	От 0,08 до **1,10**	От 0,001 до **0,03**	От 0,10 до **0,19**	От 0,001 до **0,003**	От 0,001 до **0,008**
Кемь	г. Кемь	От 0,02 до **0,16**	От 1,06 до **1,83**	От 0,001 до **0,11**	От 0,23 до **0,38**	От 0,001 до **0,002**	От 0,001 до **0,007**

Примечание – Жирным шрифтом выделены значения, являющиеся допустимыми пределами колебаний информативных гидрохимических показателей состояния речных экосистем, превышение которых может приводить к переходу экосистемы в другое состояние.

Библиография

[1] Хрусталёв Ю.П. Эколого-географический словарь / Научный редактор Г.Г. Матишов. – Батайск: изд-во РГУ, 2000. − 198 с.

[2] Никаноров А.М., Иваник В.М. Словарь-справочник по гидрохимии и качеству вод суши (понятия и определения). – Ростов-на-Дону, 2014. − 547 с.

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

[4] Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь / Под ред. А.М. Никанорова. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1988. – 239 с.

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

[6] Третьяк Л.Н. Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.

Ключевые слова: допустимые пределы колебаний, информативные гидрохимические показатели состояния, речные экосистемы, модальные интервалы

Лист регистрации изменений

Номер изме-нения	Номер страницы				Номер доку-мента (ОРН)	Подпись	Дата	
	изме нен-ной	заме нен-ной	новой	анну-лиро-ванной			внесения изм.	введения изм.

gost.e-ecolog.ru