

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Охрана природы. Гидросфера

Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития фитопланктонных сообществ

Дата введения 1999-04-01

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН Гидрохимическим институтом Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

2 РАЗРАБОТЧИКИ канд. хим. наук В.А.Брызгало, канд. хим. наук Л.П.Соколова, канд. геогр. наук Т.Б.Ткаченко, канд. биол. наук А.В.Жулидов

3 УТВЕРЖДЕН Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 2.06.96

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦКБ ГМП за номером РД 52.24.564-96 от 14.06.96

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические указания (МУ) устанавливают метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития фитопланктонных сообществ и требования к обобщению результатов гидробиологических наблюдений.

МУ распространяются на режимные наблюдения за загрязненностью поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям.

МУ предназначены для оперативно-производственных подразделений Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета), осуществляющих организацию и проведение наблюдений за загрязненностью объектов окружающей среды.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих МУ использованы ссылки на следующие документы:

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.

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85) Качество вод. Термины и определения.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящих МУ применяют термины, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Термины и определения

Термины	Определения
Водный объект	Сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима (ГОСТ 19179-73)
Поверхностные воды	Воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов (ГОСТ 19179-73)
Загрязненность вод	Содержание в воде загрязняющих веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды (ГОСТ 27065-86)
Загрязненность водных экосистем	Эффект совокупного воздействия загрязняющих веществ на водные организмы, выражаемый набором показателей, характеризующих уровень и направление (прогресс, регресс) развития отдельных сообществ
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 (ГОСТ 17.1.1.01-77)
Эвтрофирование вод	Повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов (ГОСТ 17.1.1.01-77)
Антропогенное экологическое напряжение	Состояние биоценоза, выражающееся в увеличении разнообразия биоценоза, в частности, в увеличении общего числа видов, усложнении межвидовых отношений, увеличении пространственно-временной гетерогенности, усложнении временной структуры, усложнении пищевой цепи и т.д. [1] (приложение В)

Антропогенный экологический регресс	Состояние биоценоза, характеризующееся уменьшением разнообразия и пространственно-временной гетерогенности, упрощением межвидовых отношений, временной структуры, трофических цепей [1]
Антропогенный метаболический регресс	Состояние биоценоза, характеризующееся снижением активности биоценоза по сумме всех процессов образования и разрушения органического вещества, в том числе процессов первичного продуцирования водорослями микрофитов, перифитона и планктона, продукцию хемосинтетиков, а также вторичную продукцию бактерий и зоонаселения водоема [1]
Динамические ряды (временные ряды)	Ряды показателей, характеризующих размер явления по состоянию на определенные моменты времени (моментальные ряды) или за определенные периоды (интервальные ряды) [2]
Вариационный ряд	Совокупность значений варьирующего признака
Вариация	Колеблемость признака, изменчивость значения признака [2]
Частота (α)	Абсолютное число, показывающее, сколько раз тот или иной вариант (значение) встречается в совокупности [2]
Частость (W)	Доля частоты того или иного варианта или интервала в сумме всех частот, выражается в процентах [2]
Интервал	Значение варьирующего признака, лежащее в определенных границах [2]
Значение интервала (интервальная разность K)	Разность между верхними и нижними границами интервала [2]
Плотность вариационного ряда, или плотность распределения (Π_0)	Отношение частости (W) к значению интервала (K) [2]
Мода (M_0)	Наиболее часто встречающийся вариант в данном вариационном ряду [2]

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Биологический метод оценки загрязненности водных экосистем по показателям развития фитопланктона используют с целью определения изменений экологического

состояния водных объектов при антропогенном воздействии. Наиболее существенным показателем изменений состояния пресноводных экосистем под воздействием антропогенных факторов является перестройка структуры и метаболизма биоценозов. Этот показатель положен в основу метода экологических модификаций В.А.Абакумова [3], который используется в настоящее время в гидробиологическом мониторинге ГСН для оценки состояния водных экосистем [1].

4.2 МУ излагают метод оценки загрязненности водных экосистем на основе критериев, позволяющих количественно характеризовать возможные модификации фитопланктонного сообщества при различной антропогенной нагрузке.

4.3 Метод основан на использовании показателей, отражающих влияние загрязненности водной среды на сообщество фитопланктона, и предусматривает статистическую обработку информации.

4.4 Использование статистических характеристик ряда показателей развития фитопланктона позволяет классифицировать водоемы по уровню и типу загрязненности, проводить все операции сравнения (временные и пространственные) и проследить природные модификации сообщества в динамике как на отдельных участках, так и на водном объекте в целом.

5 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

5.1 Возможность оценки загрязненности пресноводных экосистем по приоритетным показателям перестройки структурной организации фитопланктонных сообществ при антропогенном воздействии составляет принципиальную основу метода [4, 5].

Целесообразность использования биологического метода оценки загрязненности определяется необходимостью прямой, непосредственной оценки состояния пресноводных экосистем, которая должна включать в себя в первую очередь определение:

- совокупного эффекта комбинированного внешнего воздействия на экосистему;
- природного экологического состояния водоемов и водотоков и его возможные изменения при антропогенном воздействии;
- направления изменения структурной организации сообществ в условиях внешнего кратковременного или длительного воздействия.

5.2 Использование показателей развития фитопланктона для оценки загрязненности определяется тем, что фитопланктон является одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества вод, поскольку свободно парящие в толще воды организмы фитопланктона осуществляют такой мощный процесс, как фотосинтез.

Индикаторные свойства фитопланктонных сообществ определяются не только фактом присутствия или отсутствия определенных сапробных видов, но и степенью их количественного развития. Поэтому изучение таких показателей, как видовой и групповой состав, численность, биомасса, их пространственно-временная изменчивость имеет большое практическое значение [6-8].

Многочисленными исследованиями последних лет установлено, что фитопланктону принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды водных экосистем, антропогенное воздействие на которые вызывает как эвтрофирующий, так и регрессирующий эффекты [5].

5.3 Предлагается использовать следующие статистические характеристики оценки меры антропогенного воздействия:

- для классификации водных экосистем по характеру эффекта на антропогенное воздействие - плотность Π_0 и моду M_0 вариационного ряда общей численности;

- для классификации водных экосистем по уровню загрязненности - совокупность таких статистических характеристик, как мода (M_0) наиболее часто встречаемых значений общей численности, общего числа видов, относительной численности доминирующего вида и мода численности синезеленых водорослей в майском фитопланктоне M_0 , а также частоту α обнаружения аномально высоких или низких значений общей численности и кратность β ее превышения относительно M_0 .

6 ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Для достижения максимально возможной достоверности и объективности оценки загрязненности необходимо при выборе исходной информации соблюдать следующие условия:

- в качестве исходной используют многолетнюю гидробиологическую информацию, представляющую результаты анализа проб, отобранных в назначенных пунктах при строгом соблюдении сроков отбора;

- расчет осуществляют по результатам режимных наблюдений, выполненных гидробиологическими подразделениями Росгидромета, проводящими наблюдения поверхностных вод в системе ГСН. Допускается включение результатов специальных научных исследований. Непременным условием использования результатов гидробиологического анализа является единая методическая основа его проведения [1, 9];

- выбор приоритетных показателей производят в зависимости от цели оценки, наличия исходной информации и с учетом программы наблюдений;

- при проведении сравнительной оценки загрязненности различных участков водных объектов или различных водных объектов используют материалы равной представительности, т.е. должны быть идентичными показатели оценки, число результатов анализа и их полнота, рассматриваемый период времени (по годам и месяцам).

7 ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

7.1 Общие положения

Статистическая обработка показателей развития фитопланктонных сообществ в многолетнем аспекте (8-12 лет) позволяет систематизировать информацию и выбрать приоритетные показатели, оценивающие природные модификации сообщества при антропогенном воздействии [4, 5].

По характеру изменения значений приоритетных показателей оценивают загрязненность водных экосистем.

Оценку проводят для отдельных участков водных объектов, рассматривая их как самостоятельные микрэкосистемы. Характеристика водного объекта в целом возможна лишь при достаточно полном охвате акватории при условии идентичности отдельных участков по загрязненности.

Информативность и достоверность оценки загрязненности определяется объемом используемой информации. Оптимальной является исходная информация, полученная с учетом сезонного хода развития фитопланктона и межгодовой изменчивости (хотя бы в течение трех-пяти лет).

Оценку загрязненности проводят в два этапа. Вначале определяют эффект антропогенного воздействия, с учетом которого выбирают набор приоритетных показателей для последующей оценки.

7.2 Предварительная оценка эффекта антропогенного воздействия по общей численности фитопланктонных сообществ.

7.2.1 С помощью характера вариации общей численности фитопланктонных сообществ оценивают возможный эффект антропогенного воздействия, отражающий экологические модификации [3]. Оценка эффекта антропогенного воздействия базируется на изучении пространственно-временного распределения отдельных показателей путем статистической обработки данных.

7.2.2 Характер вариации значений общей численности определяют по относительной плотности вариационного ряда Π_0 и моде M_0 внутри модального интервала [2].

Расчет производят по формулам:

$$\Pi_0 = \frac{W}{K}, \quad (1)$$

где W - частость, т.е. доля частоты того или иного варианта (или интервала) в сумме всех частот, %; K - интервал.

$$M_0 = X_{M_{0\min}} + K \frac{W_{M_0} - W_{M_{0-1}}}{(W_{M_0} - W_{M_{0-1}}) + (W_{M_0} - W_{M_{0+1}})}, \quad (2)$$

где $X_{M_{0\min}}$ - нижняя граница модального интервала; K - интервальная разность, или значение интервала; W_{M_0} - частость модального интервала; $W_{M_{0-1}}$ - частость интервала, предшествующего модальному; $W_{M_{0+1}}$ - частость интервала, следующего за модальным.

7.2.3 Средние значения являются показателями центральной тенденции изучаемого показателя и характеризуют средний уровень развития фитопланктонных сообществ. Пригодны для этих целей средние значения общей численности, определенные по наиболее

часто встречаемым значениям или M_0 .

Экстремальные значения характеризуют изменения ситуации в течение анализируемого времени.

7.2.4 По значениям Π_0 и M_0 определяют эффект антропогенного воздействия на водную экосистему. Чем больше Π_0 и ниже M_0 , тем заметнее проявляется экологический регресс биоценоза.

Низкие значения Π_0 и высокие M_0 характеризуют, как правило, экосистемы с высоким уровнем антропогенного эвтрофирования.

7.2.5 По значениям относительной плотности вариационного ряда Π_0 и моды внутри модального интервала M_0 общей численности фитопланктона осуществляют классификацию водных экосистем по эффекту антропогенного воздействия (таблица 7.1).

Таблица 7.1 - Классификация водных экосистем по эффекту антропогенного воздействия

Эффект антропогенного воздействия	Статистические характеристики численности фитопланктона	
	M_0 тыс. кл/мл	Π_0
Экологический регресс	Ниже 0,5	100-300
Элементы экологического регресса	0,5-1,5	50-100
Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	1,5-2,0	20-60
Антропогенное напряжение	2,0-10,0	50-100
Антропогенное эвтрофирование	Выше 10,0	2-30

7.2.6 По определенному эффекту антропогенного воздействия выбирают приоритетные показатели для последующей оценки загрязненности водных экосистем.

7.3 Оценка загрязненности водных экосистем по приоритетным показателям развития фитопланктонных сообществ

7.3.1 При антропогенном эвтрофировании рассчитываются все статистические характеристики (таблица 7.2), однако при оценке в первую очередь следует обращать внимание на такие характеристики, как кратность превышения высоких значений общей численности β , относительная численность доминирующего вида $M_{0д}$ и относительная численность синезеленых водорослей в весеннем фитопланктоне $M_{0с-з}$. При экологическом регрессе предпочтение следует отдавать M_0 по общей численности и общему числу видов.

Таблица 7.2 - Классификация загрязненности водных экосистем по показателям развития фитопланктонных сообществ

Степень загрязненности водных экосистем (уровень, тип отклика)	Экологическое состояние (по В.А.Абакумову [1])	Статистические характеристики							
		M_0 тыс. кл/мл	α , число раз		β , число раз	$M_{0в}$	$M_{0д}$ %	$M_{0с-з}$	W %
			высоких значений	низких значений					
Низкая эвтрофирующая	Антропогенное напряжение	2,0-10,0	10-40	-	5-50	20-30	30-50	До 5	-
Средняя эвтрофирующая	Экологический регресс донных биоценозов	2,0-20,0	10-40	-	50-200	10-20	50-100	30-50	30-70
Высокая эвтрофирующая	Элементы экологического регресса планктонных сообществ	1,0-10,0	20-50	5-50	10-300	10-25	20-70	40-60	50-60
Низкая токсичная	Антропогенное напряжение	0,5-2,0	10-40	-	0-200	-	15-20	-	-
Средняя токсичная	Элементы экологического регресса	0,3-1,5	0-10	-	0-50	10-30	20-30	-	-
Высокая токсичная	Экологический регресс	0-0,3	0	-	0	3-15	20-30	-	-

Примечание: 1) M_0 - мода по наиболее часто встречаемым значениям общей численности; 2) α - частота обнаружения высоких и низких значений общей численности; 3) β - кратность превышения аномально высоких значений общей численности; 4) $M_{0в}$ - мода по наиболее часто встречаемым значениям общего числа видов; 5) $M_{0д}$ - мода по наиболее часто встречаемым значениям относительной численности доминирующего вида; 6) $M_{0с-з}$ - мода по наиболее часто встречаемым значениям относительной численности синезеленых водорослей в весеннем фитопланктоне; 7) W - частота обнаружения синезеленых водорослей в весеннем фитопланктоне.

7.3.2 По каждому используемому показателю за исследуемый период для выбранного водного объекта проводят расчет следующих статистических характеристик:

- моды $M_{0ч}$ внутри модального интервала вариационного ряда общей численности фитопланктона. Принцип расчета подробно изложен в приложении А;

- частоты обнаружения высоких или низких значений общей численности фитопланктона α по формуле:

$$\alpha = \frac{n'_j}{n_j}, \quad (3)$$

(здесь n'_j - число результатов анализа, в которых значения определенного показателя выше или ниже наиболее часто встречаемого диапазона колебаний; n_j - общее число значений);

- кратности отклонения аномальных значений общей численности от среднего по наиболее часто встречаемым значениям β определяют по формуле:

$$\beta = \frac{\text{Высокое значение}}{M_0}; \quad \beta' = \frac{M_0}{\text{Низкое значение}}; \quad (4)$$

- моды $M_{0в}$ внутри модального интервала видового разнообразия фитопланктонного сообщества;

- моды $M_{0д}$ внутри модального интервала относительной численности доминирующего вида;

- моды $M_{0с-з}$ внутри модального интервала относительной численности синезеленых водорослей в пробах фитопланктона, отобранных в мае.

По совокупности статистических характеристик, приведенных в таблице 7.2, оценивают загрязненность водных экосистем. Пример оценки загрязненности приведен в приложении Б.

7.4 Возможности использования метода

7.4.1 Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по структурным показателям развития фитопланктонных сообществ можно использовать как в целом, так и по отдельным смысловым звеньям. В качестве оценочных характеристик для смыслового анализа используют плотность вариационного ряда общей численности фитопланктона Π_0 , моду наиболее часто встречаемых значений относительной численности доминирующего вида $M_{0д}$ и кратность β превышения аномально высоких значений общей численности относительно моды.

ПРИМЕРЫ

1. Наблюдается резкое снижение значения Π_0 , что говорит об увеличении диапазона колебаний общей численности и повышении частоты встречаемости аномально высоких значений общей численности α и, следовательно, кратности их превышения относительно моды по численности β . Относительная численность доминирующего вида резко возрастает. Можно однозначно делать заключение об усилении (временном или постоянном) процесса антропогенного эвтрофирования (таблица 7.2).

2. На фоне низких значений общей численности $M_{0ч}$ при высоких значениях II_0 общей численности наблюдается снижение моды по видовому разнообразию сообщества $M_{0в}$. Можно заключить, что антропогенное воздействие вызывает сильный токсический эффект и экосистема находится в состоянии экологического регресса.

7.4.2 При комплексной оценке экологического состояния водных объектов метод позволяет охарактеризовать:

- створ, пункт, участок или акваторию водного объекта, а также объект в целом;
- конкретный временной интервал; гидробиологический сезон, год, многолетний период и т.д.

7.4.3 Метод позволяет решать различные частные экологические задачи:

- оценку происшедших за последние годы изменений состояния фитоценоза водных объектов в бассейне, регионе, на различных створах, участках рек и водохранилищ за сезон, год, многолетний период;
- сравнение степени эволюции водных объектов, речных бассейнов и регионов между собой за конкретный период времени;
- ранжирование водных объектов по характерным признакам изменения состояния фитопланктонных сообществ;
- сравнение степени загрязненности водных объектов по определенному набору гидрохимических и гидробиологических показателей;
- выделение приоритетных загрязняющих веществ по степени изменения структурной организации фитопланктонных сообществ;
- прогноз эволюции водных экосистем с учетом характера и уровня их загрязненности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Расчет относительной плотности вариационного ряда и моды внутри модального интервала общей численности фитопланктона

Относительную плотность вариационного ряда Π_0 и наиболее часто встречаемый вариант в вариационном ряду значений общей численности фитопланктона рассчитывают по результатам определения этой численности в каждой отобранной пробе в течение определенного внутри- и межгодового периодов времени. Анализируемый при этом вариационный ряд значений численности характеризует изучаемый период наблюдений за состоянием водного объекта в конкретном пункте наблюдений или акватории в целом.

Пример

По результатам анализа проб фитопланктона, отобранных в р.Колос-йоки (выше устья), в р.Печенга и в Саратовском водохранилище, необходимо дать оценку отклика водных экосистем на антропогенное воздействие. Для этого составляется таблица исходных данных в виде вариационного ряда, разбитого на определенные интервалы (таблица А.1). Для каждого варианта рассчитывается доля его частоты W (%) в сумме всех частот W по формуле:

$$W = \frac{n}{N} \cdot 100, \quad (\text{A.1})$$

где n - число значений (единиц) в каждом варианте; N - общее число единиц в совокупности.

Таблица А.1 - Исходная информация по общей численности фитопланктонного сообщества рр.Колос-йоки, Печенга и Саратовского водохранилища

Водный объект, период наблюдений	Пункт или участок	Интервалы общей численности, тыс. кл/мл									
		0-2				2-4	4-6	6-8	8-10	10-30	>30
р.Колос-йоки, 1984-1992 гг.	Выше устья	0,5 0,009 0,004 0,32	0,03 0,13 0,05 0,17	0,27 0,04 0,29 0,01	0,11 0,10 0,002 0,007	-	-	-	8,0	12,4 11,3	-

		0,22 0,002 0,03 0,16 0,14 0,19 0,03	0,003 0,009 0,09 0,08 0,02 0,02 0,02	0,02 0,10 0,007 0,04 0,03 0,02 0,02	0,09 0,02 0,24 0,009 0,55 0,02																		
	$N_{\text{общ}}=45$	$n=42; \quad W=93\%$									$n=1$	$n=2$											
р.Печенга, 1984-1992 гг.	пос.Корзуново	0,18 0,29 0,08 0,01 0,03 0,03	0,05 0,07 0,07 0,14 0,02 0,03	0,03 0,16 0,09 0,13 0,02 0,05	0,09 0,39 0,06 0,06 0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	$N_{\text{общ}}=23$	$n=23; \quad W=100\%$																					
Саратовское водохрани- лище, 1980-1992 гг.	пгт Зольное г.Сызрань с.Екатери- новка г.Балаково	0,2 1,6 1,5 1,4	1,6 0,6 1,0 1,9	0,8 0,4 0,3 1,3	0,8 1,4 0,4 0,4	1,0 1,7 0,4	0,4 0,5 1,6	3,6 3,1 3,1 2,3 2,9 3,5 2,6 2,6	3,5 2,2 3,6 3,4 2,1 3,4 3,5 3,5	4,1 5,7 5,5 4,0 5,7 4,8 5,6 4,9	5,8 5,5 4,3 4,6 5,3 4,7 4,7 5,6	6,9 7,8 6,4 7,1 6,1 7,7 6,9 7,9	7,8 6,9 7,2 6,0 7,3 7,3 7,3 7,8	9,1 8,6 9,0 8,5 9,6 9,5 8,6 8,1	8,7 8,2 8,5 8,9 9,7 9,1 8,2 9,9	14 20 20 14 12 11 18 10,6	14 15 22 14 14 16 12 11,2	15 11 15 11 19 20 20 16	12 14 17 12 15 14 12,7 15,9	13 19 13 12 20 20	36 41 68 71 173 78 207 104 90	39 34 75 71 106 74 50	39 56 214

Саратовское водохрани- лище, 1980-1992 гг.	пгт Зольное г.Сызрань с.Екатери- новка г.Балаково		2,0	4,6 5,0 4,6 5,6 5,8 5,0 4,0 4,9 5,6 5,0	6,0 7,2	9,8 9,3 8,5 8,0	10,6 12 10,4 11 12 14 13 11 11 11 12 16 15 17 11 21 21 21 24 23 28 22 24 24 25 25 22 23 29 30 31 31	
	$N_{\text{общ}} = 190$	$n = 20$ $W = 10\%$	$n = 17$ $W = 9\%$	$n = 26$ $W = 14\%$	$n = 18$ $W = 9\%$	$n = 20$ $W = 10\%$	$n = 70$ $W = 37\%$	$n = 19$ $W = 10\%$

Примечание - Прочерк означает, что заданный период наблюдений такие значения общей численности фитопланктона не наблюдались.

Затем переходят к расчету основных и вспомогательных статистических характеристик (таблица А.2). При этом могут возникнуть следующие противоположные ситуации:

- для р.Печенга характерны низкие численности фитопланктона с узким диапазоном колебания. Относительная плотность динамического ряда достигает 256;

- диапазон колебаний численности фитопланктона р.Колос-йоки значительно шире. Однако частота модального интервала остается высокой, а частота обнаружения высоких значений крайне низкая. Относительная плотность динамического ряда достигает 172;

- в Саратовском водохранилище при еще более широком диапазоне колебаний общей численности частота модального интервала заметно снижается. Мода внутри модального интервала резко возрастает, а плотность динамического ряда падает до 1,8.

Таблица А.2 - Основные и вспомогательные статистические характеристики динамического ряда общей численности фитопланктона

Водный объект	Общий диапазон колебаний численности фитопланктона, тыс. кл/мл	Наиболее часто встречаемый интервал (модальный интервал), тыс. кл/мл	Частость модального интервала, %	Аномальные значения численности: высокие, низкие, тыс. кл/мл	Частота обнаружения высоких или низких значений, %	Средние значения кратности превышения аномально высоких или низких значений	Относительная плотность динамического ряда Π_0	Мода внутри модального интервала M_0
р.Печенга	0,01-0,39	0,01-0,39	100	-	-	-	256	0,09
р.Колос-йоки	0,002-12,4	0,002-0,55	93	8,0-12,4	7	80-124	172	0,10
Саратовское водохранилище	0,2-207	10,4-31,0	37	50,1-207 0,2-5,8	7 33	2-9 4-100	1,8	22,3

Произведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что отклик экосистем на антропогенное воздействие принципиально различный.

По развитию фитопланктонного сообщества экосистемы рек Печенга и Колос-йоки находятся в состоянии экологического регресса, а Саратовского водохранилища - антропогенного эвтрофирования с элементами экологического регресса.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Оценка загрязненности водных экосистем по приоритетным показателям развития фитопланктонных сообществ

По результатам статистической обработки многолетней гидробиологической информации по количественным показателям структурной организации фитопланктонных сообществ рек Печенга, Ульба, Муша, Волга и водохранилищ Иваньковского и Кременчугского, определяют следующие статистические характеристики:

- мода по наиболее часто встречаемым значениям:

1) общей численности $M_{0ч}$, тыс. кл/мл;

2) общего числа видов, $M_{0в}$;

3) относительной численности доминирующего вида $M_{0д}$, %;

4) относительной численности синезеленых водорослей в весеннем фитопланктоне $M_{0с-з}$, %;

- кратность превышения относительно моды высоких значений общей численности β ;

- плотность вариационного ряда по общей численности фитопланктона Π_0 .

Сравнительная оценка данных, приведенных в таблице Б.1, показывает, что полученные значения изучаемых статистических характеристик варьируют в широких пределах и заметно меняются от одного водного объекта к другому. Поэтому совокупности нескольких характеристик для каждого объекта принципиально различны, что позволяет сделать предварительный вывод о том, что рассматриваемые водные объекты испытывают разную по характеру и силе антропогенную нагрузку.

Таблица Б.1 - Оценка степени загрязненности водных объектов по статистическим характеристикам структурной организации фитопланктонного сообщества

Водный объект, пункт	Статистические характеристики*						Степень загрязненности**	Эффект антропогенного воздействия
	$M_{0ч}$	$M_{0в}$	$M_{0д}$	$M_{0с-з}$	β	Π_0		
р.Ульба, Тишинский рудник	0,18	6				186	Высокая токсичная	Экологический регресс
р.Печенга, ст.Печенга	0,50	7				86	Средняя токсичная	Элементы экологического регресса
р.Муша, д.Ступурай	1,3	23	17			38	Низкая токсичная	Антропогенное напряжение

р.Волга, с.Верхнее Лебяжье	6,6	31	44		4	9	Низкая эвтрофирующая	Антропогенное напряжение
Иваньковское водохранилище	0,9	11	83	50	До 134	30	Средняя эвтрофирующая	Экологический регресс донных биоценозов
Кременчугское водохранилище	3,5		59	49	До 294	8	Высокая эвтрофирующая	Экологический регресс планктонных сообществ

* Расчет статистических характеристик приведен в разделе 4 и в приложении А.

** Оценка проведена на основе статистической обработки многолетней гидробиологической информации (1984-1992 гг.) ГСН.

Для оценки характера загрязненности проводят сравнение значений $M_{0ч}$ и Π_0 . Низкие значения $M_{0ч}$ и высокие Π_0 указывают на токсический эффект антропогенного воздействия на реках Ульба, Печенга, Муша (таблица Б.1). Повышение значений $M_{0ч}$ и снижение Π_0 указывает на преобладание эвтрофирующего эффекта антропогенного воздействия на р.Волга и Иваньковском и Кременчугском водохранилищах.

Рассматривая в совокупности значения $M_{0ч}$, $M_{0в}$ и Π_0 для экосистем, испытывающих токсическое воздействие, можно оценить их загрязненность (таблицы 7.1 и 7.2).

Самые низкие значения для $M_{0ч}$ и $M_{0в}$ и высокие для Π_0 характеризуют загрязненность р.Ульба как высокую токсичную, экосистема реки находится в состоянии экологического регресса (таблица Б.1).

Повышение значений $M_{0ч}$, и особенно $M_{0в}$, для р.Муша указывает на низкую токсичную загрязненность и стабилизацию экологического состояния экосистемы реки (антропогенное напряжение).

Рассматривая в совокупности значения $M_{0д}$, $M_{0с-з}$ и β для экосистем, антропогенное воздействие на которые усиливает процессы антропогенного эвтрофирования, оценивают загрязненность р.Волга у с.Верхнее Лебяжье как низкую эвтрофирующую, поскольку превышение высоких значений численности доминирующего вида менее 50 ($M_{0д}=44$).

Резкое повышение значений β , и особенно M_0 , относительной численности синезеленых водорослей в весеннем фитопланктоне, указывает на усиление эвтрофирования водохранилищ до среднего (Иваньковское) и высокого (Кременчугское) с элементами экологического регресса планктонных сообществ и экологическим регрессом донных биоценозов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное)

Библиография

[1] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. - СПб: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

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

[3] Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Труды международного симпозиума. СССР, Нальчик, 1-20 июня 1990 г. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 384 с.

[4] Выявить основные закономерности эволюции пресноводных экосистем при эвтрофировании их в условиях современной биогенной и тепловой нагрузки и создать целевые программы наблюдений. Этап "Выявить основные источники антропогенного эвтрофирования и определить степень их влияния на структурно-функциональную организацию гидробиоценозов отдельных экосистем". Заключительный отчет по теме V.3.3. Ростов-на-Дону, 1992. 266 с.

[5] Разработать комплекс показателей и критериев для оценки эколого-токсикологического состояния пресноводных экосистем. Этап "Определить тенденции изменения показателей состояния биоценозов пресноводных экосистем на основе результатов ГСН". Промежуточный отчет НИР по теме 1.4.4.2. Ростов н/Д, 1993.

[6] Абакумов В.А., Ганьшина Л.А. Методические указания по исследованию фитопланктона для определения состояния фоновых пресноводных экосистем. М.: Гидрометеиздат, 1987. 11 с.

[7] Андрушайтис Г.П., Запдмане А.К., Качалова О.Л. и др. Гидробионты - показатели степени загрязнения водотоков // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: Труды советско-английского семинара. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С.162-172.

[8] Петрова Н.А. Сукцессии фитопланктона при антропогенном эвтрофировании больших озер. Л.: Наука, 1990. 200 с.

[9] РД 52.24.309-92. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением вод суши на сети Росгидромета.

Текст документа сверен по:

/ Росгидромет. Сб. руководящих документов. Методические указания.

Охрана природы. Гидросфера. Биологические методы

оценки загрязненности пресноводных экосистем. Вып.1. - СПб.: Гидрометеиздат, 1999