

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Охрана природы. Гидросфера

Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных 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, Л.В.Ломакина, 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 52.24.565-96 от 14.06.96

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические указания (МУ) устанавливают метод оценки загрязненности водоемов, основанный на графическом способе обобщения информации по показателям развития зоопланктона.

МУ распространяются на режимный и оперативный мониторинг, а также на рекогносцировочное обследование озер и водохранилищ, предполагаемых для включения в режимный мониторинг.

МУ предназначены для подразделений Росгидромета, ведущих гидробиологические наблюдения на водоемах России.

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 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
Поверхностные воды	Воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов (ГОСТ 19179-73)
Водоем	Водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием. Примечание. Различают естественные водоемы, представляющие собой природные скопления воды во впадинах, и искусственные водоемы - специально созданные скопления воды в искусственных или естественных углублениях земной поверхности (ГОСТ 19179-73)
Загрязненность вод	Содержание в воде загрязняющих веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды (ГОСТ 27065-86)
Состояние водного объекта	Характеристика водного объекта по совокупности его количественных показателей применительно к видам водопользования. Примечание. К количественным и качественным показателям относятся: расход воды, скорость течения, глубина водного объекта, температура воды, pH, БПК₅ 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)
Декартова плоскость	Пространство, ограниченное прямоугольной декартовой системой координат
Зона	Часть декартовой плоскости
Веер векторов	Множество векторов в декартовой плоскости
Толерантность	Устойчивость, выносливость, терпимость, т.е. способность организма противостоять вредному влиянию внешней среды; организм гибнет, если превышен предел толерантности. Толерантные организмы - организмы, устойчивые к неблагоприятным изменениям среды [1] (приложение Б)

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Загрязнение водного объекта, вызывая изменение физико-химического состояния водной среды, приводит к нарушению экологического баланса экосистемы, степень нарушения которого, а следовательно и уровень загрязненности, можно оценить используя различные способы оценки изменений в развитии отдельных сообществ водных организмов.

4.2 Ответные реакции биоценозов на антропогенное воздействие являются прямым откликом водных сообществ на весь комплекс загрязняющих веществ и их комбинаторное воздействие.

Наиболее существенным системным показателем изменения состояния пресноводных экосистем под воздействием антропогенного фактора является перестройка структуры сообществ водных организмов, специфика которой характеризуется в первую очередь определенным соотношением числа видов и общей численности. Это соотношение представляет собой своеобразный рычаг механизма адаптации сообщества, позволяющий удерживать равновесие между биотой и средой ее обитания. Попытка анализировать каждый из них отдельно друг от друга не дает ожидаемого результата по двум причинам:

- многообразие водоемов характеризуется широким разбросом численности и числа видов. Разброс кажется почти произвольным, так как является функцией многих причин, различных для разных водоемов;

- число видов и численность отдельно друг от друга не существуют, поэтому их следует рассматривать как две стороны одного процесса, одной цели - выживания, и одного механизма - адаптации биоценозов к изменениям среды их обитания.

Следствием и внешним проявлением адаптационных возможностей отдельных сообществ являются изменения структурной организации, свидетельствующие о развитии системы в направлении эволюции (прогресс) или инволюции (регресс) [2].

4.3 МУ устанавливают методы оценки загрязненности водоемов, основанный на адаптационных свойствах зоопланктонного сообщества к изменениям состояния водной среды. В качестве критерия механизма адаптации предлагается изменение соотношения общей численности и общего числа видов.

4.4 Зоопланктон - типичный представитель толщи воды. Он образует верхнее гетеротрофное звено трофической цепи всей планктонной фауны (фитопланктон, бактериопланктон, простейшие). Подвижность структурной организации зоопланктона обусловлена различными диапазонами толерантности составляющих сообщество видов: от стенобионтных до эврибионтных (поливалентных, видов-космополитов). Выбор зоопланктона в качестве индикатора загрязненности позволяет оценить конечный результат воздействия водной среды на планктонную составляющую водной экосистемы [3-7].

4.5 Графический способ обобщения информации позволяет выделить на графике зоны, отождествляющие состояние как с прогрессивным, так и регрессивным развитием экосистемы, и дать экологическую интерпретацию возможных природных модификаций экосистемы как водоема в целом, так и отдельных его частей.

4.6 Состояние эвтрофирования (прогресс) оценивается по местоположению на графике выделенных зон параметров и углу наклона векторов. Это состояние

отождествляется зонами, расположенными в левой верхней части плоскости относительно координат.

Состояние регресса отождествляется зонами, расположенными в левой нижней части плоскости координат.

4.7 Техника обобщения информации и построения графиков, а также описание вариантов экологической интерпретации зон приведены в разделах 6 и 7.

4.8 Метод разработан и проверен на основе результатов обобщения и интерпретации информации, полученной во время комплексных исследований на водоемах с различной загрязненностью (Онежское, Ладожское, Валдайское, Чудско-Псковское озера и Куйбышевское, Волгоградское, Мингечаурское и Шерубайнуринское водохранилища).

5 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА

Анализируя состояние водных экосистем на основе многолетней режимной информации, можно выделить несколько вариантов развития зоопланктонных сообществ *in situ*.

а) Вариант оптимальных условий развития сообщества зоопланктона.

Заметное воздействие антропогенного фактора и других неблагоприятных факторов среды обитания зоопланктона отсутствует. Трофический потенциал соответствует оптимальным условиям развития сообществ. При таких условиях под средней (оптимальной) численностью будет пониматься среднее (оптимальное) количество видов, отвечающих сложившимся трофическим условиям. Совершенно очевидно, что в оптимальных трофических условиях численность и число видов не смогут достигнуть своих максимальных и минимальных значений.

б) Вариант развития сообществ зоопланктона при усилении процесса эвтрофирования.

Изменение состояния экосистемы в сторону обогащения водной среды биогенными соединениями при отсутствии каких-либо ограничивающих условий, очевидно, должно привести к интенсивному размножению, т.е. к росту численности сообщества. Число видов при этом может изменяться различным образом. Видовое разнообразие может увеличиться и снизиться относительно оптимального среднего числа видов или остаться на том же уровне. Это зависит от тех перестроек видовой структуры, которые произойдут в соответствии с уровнем толерантности каждого из видов сообщества. Очевидно, многие олигосапробные виды в этих условиях достигнут предела своего адаптационного уровня по трофическому фактору. При этом их численность приблизится к нулю. В то же время численность мезосапробных видов, предел толерантности которых к новым трофическим условиям еще не достигнут, возрастет. По мере роста трофического потенциала водоема на место олигосапробов, возможно, придут полисапробы, численность которых будет соответствовать внешним условиям. В сообществе останутся только высокотолерантные узкоспециализированные виды. Общее количество видов резко сократится за счет выпадения олиго- и мезосапробов, а численность высокотолерантных, но стенобионтных видов, очевидно, резко возрастет.

Это возможный вариант состояния, характеризующегося как элементы экологического регресса, которое возникает в случае антропогенного эвтрофирования [2,

8].

в) Вариант развития сообществ зоопланктона при низком трофическом потенциале.

Ограниченное содержание в водной среде питательных веществ сопровождается усилением конкуренции в сообществе за пищу и стремлением к освоению дополнительных экониш, предоставляющих биоте убежище и пастбище. Результатом этого является формирование структуры, характеризующейся более широким видовым разнообразием и более низкой общей численностью. Дальнейшая перестройка ведет к выпадению высокотолерантных полисапробов, усилению роли олиготрофов и увеличению спектра специализированных в различных эконишах видов.

г) Вариант развития сообществ зоопланктона при токсическом антропогенном воздействии.

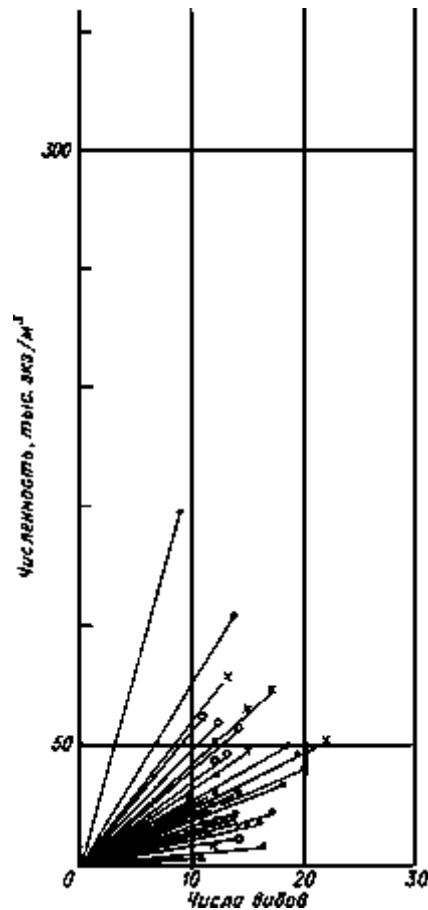
Следствием антропогенного токсического воздействия на экосистему является снижение численности и числа видов зоопланктонного сообщества. Существенно, что обычно токсичные вещества выступают как лимитирующий развитие фактор одновременно для всего сообщества, а не только для отдельных его видов. Поэтому увеличение токсической нагрузки может привести экосистему через экологический и метаболический регресс к гибели.

6 ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБОБЩЕНИЯ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

6.1 Построение графиков

Построение графиков необходимо проводить следующим образом. По оси абсцисс последовательно откладывают количество видов (от одного до ∞), обнаруженных в пробе (если в пробе зафиксировано 5 видов, то на оси абсцисс отмечают 5 делений; если 30 видов - соответственно 30 делений).

Примеры построения графиков по результатам анализа проб зоопланктона Онежского, Ладожского и Чудско-Псковского озер показаны на рисунке 1. Соединяя каждую точку с точкой "0" (на пересечении осей координат), получаем веер, или пучок векторов, ориентированный определенным образом.



- 1 - Онежское озеро (1987 г.); 2 - Ладожское озеро (1987 г.);
3 - Чудско-Псковское озеро (1982 г.)

Рисунок 1 - Графическое представление результатов наблюдений

Графики строят в масштабе: по оси абсцисс одно деление соответствует 10 видам, по оси ординат одно деление соответствует 50 тыс. экз/м³. Это позволяет вмещать варианты состояний, характеризующихся как очень высокой, так и низкой численностью.

6.2 Экологическая интерпретация расположения веера векторов в декартовой плоскости.

Характер распределения веера векторов и их положение относительно выделенных на графике зон необходимо рассматривать как аналог возможных природных модификаций структуры сообщества зоопланктона, что позволяет оценить, с одной стороны, характер и уровень загрязненности водоема, а с другой - особенности работы адаптационного механизма сообщества, темпы и направления развития экосистемы. Иными словами, получить информацию о среде и биоте в их взаимодействии.

С целью упрощения дальнейшей работы декартову плоскость условно делят на девять зон, имеющих строго определенное место в прямоугольной декартовой системе координат и отождествляющих определенное состояние экосистемы (рисунок 2).

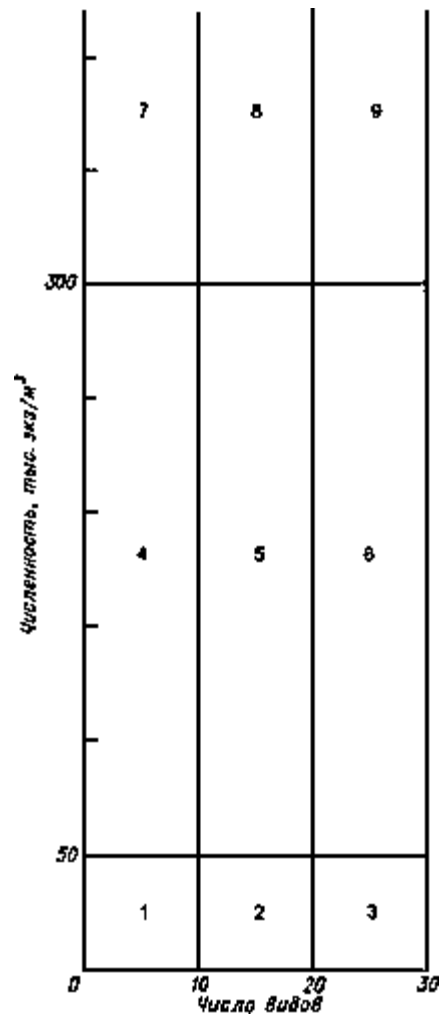


Рисунок 2 - Расположение зон в плоскости координат

Так, оптимальной, символизирующей "коридор эволюции", является зона 5. Если большинство точек сосредоточено в ней, это указывает на эволюционирующую систему. Зоны 7 или 1 символизируют приближение системы к экологическому кризису, тупику развития, т.е. регресс. Основная причина этого для зоны 7 - нагрузка органического вещества, а в случае подогретых вод - температурный фактор; для зоны 1 - нагрузка токсичных веществ. Таким образом, используя графический метод, можно разделить изменения сапробности и токсобности при антропогенном воздействии. Геометрическое расположение вектора в определенных зонах может быть постоянным в течение длительного времени (например, десятки, сотни и более лет при естественном развитии системы) или изменяться в течение короткого периода исследований (при антропогенном воздействии), определенным образом характеризуя стабильность, устойчивость экосистемы.

7 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

7.1 Общие положения

Оценку состояния водоема с помощью графика необходимо проводить по двум основным признакам:

- пространственному расположению векторов в системе декартовых координат;
- длине векторов.

Первый признак отражает адаптационные способности сообщества, уровень напряжения внутренних связей и направление развития экосистемы, ее трофический тип.

Второй признак характеризует характер загрязненности водной среды и отклик биоты на воздействие (токсический или эвтрофирующий эффекты воздействия).

7.2 Характер расположения векторов в декартовой плоскости

Оценку состояния экосистемы проводят следующим образом.

7.2.1 Векторы, расположенные в центральной части графика между 30 и 60°, характеризуют оптимальное для развития экосистемы состояние, когда сохраняются средняя численность и среднее число видов. Кратковременный сдвиг в одну или другую сторону вполне допустим. Это выход сообщества из варианта оптимального развития с целью сохранения равновесия с окружающей средой за счет адаптационных возможностей сообщества. Суть в том, что в целом экосистема работает как рычаг: мало видов - высокая численность, и наоборот. Это крайние варианты.

7.2.2 Длинные векторы, приближающиеся к оси координат, характеризуют высокую степень эвтрофирования (чем длиннее вектор, тем выше степень эвтрофирования), когда высокой численности соответствует низкое видовое разнообразие. Развиваются несколько доминант, наблюдается стремление к одному доминирующему виду, захватившему полностью трофическую нишу. Другие виды, с более низким уровнем толерантности, не выдерживают конкуренции с высокой численностью доминирующего вида.

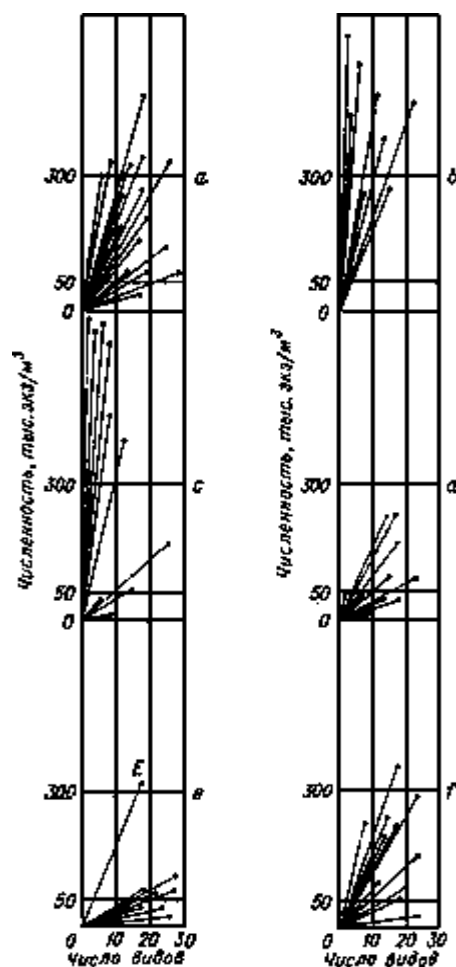
7.2.3 Длинные векторы, приближающиеся к оси абсцисс, характеризуют низкий трофический потенциал экосистемы и богатство экологических ниш - залог высокого видового разнообразия. Выживание обеспечивается узкой специализацией отдельных видов в добычании пищевых ресурсов. При низкой численности сообщества видовое разнообразие становится гарантом выживания.

7.2.4 Короткие векторы, прижатые к оси абсцисс, характеризуют отклик экосистемы на токсическое воздействие. Чем короче вектор, тем выше нагрузка на компенсационный механизм, проводящая экосистему к экологическому регрессу.

7.3 Экологическая интерпретация результатов анализа информации

В ходе анализа информации может быть получено шесть наиболее часто встречающихся вариантов формирования веера векторов.

7.3.1 Веер векторов, занимающий практически всю декартовую плоскость графика (рисунок 3 а), прежде всего свидетельствует о неоднородности трофического потенциала по акватории водоема, о разнообразии биотопов.



a - неоднородность трофического потенциала, разнообразие биотопов; *b* - равномерное эвтрофирование;
c - жесткое эвтрофирование с токсическим эффектом; *d* - токсическое воздействие; *e* - начальные стадии развития водоема (или макрофитное эвтрофирование); *f* - оптимальный вариант развития системы, "эволюционный коридор"

Рисунок 3 - Варианты формирования веера векторов

Векторы, расположенные ближе к оси ординат, отождествляют состояние активного эвтрофирования. Однако процесс эвтрофирования не достиг своей угрожающей стадии; длина векторов у оси ординат не перешагивает границу средней численности 300 тыс. экз/м³. Яркое выраженное токсическое воздействие отсутствует. Об этом свидетельствует максимально возможная длина векторов у оси абсцисс, обусловленная высоким видовым разнообразием.

Такой тип разброса векторов свидетельствует о зрелой стабильной экосистеме, сопротивляющейся антропогенному воздействию. Однако в подобном случае на практике следует оценить темпы эвтрофирования водоема и его отдельных зон, наиболее подверженных этому процессу. Для этого необходим графический анализ материалов нескольких лет исследований.

7.3.2 Узкий пучок векторов (разброс невелик), геометрически расположенный между центром декартовой плоскости и осью ординат, отождествляет равномерное эвтрофирование водоема, приближающееся к жесткому случаю. Система находится на грани тупикового развития. Антропогенное воздействие - один из ведущих факторов развития системы (рисунок 3*b*).

7.3.3 Короткие, прижатые к оси абсцисс векторы, которые характеризуют соотношение низкой численности и одного-пяти видов, можно рассматривать как состояние жесткого эвтрофирования, которое является одним из вариантов случая токсического загрязнения. Очевидна предельная нагрузка для зоопланктона, резерв адаптационных возможностей которого исчерпывается (рисунок 3с). Напряжение системы высокое, стремящееся к пределу компенсационных возможностей.

7.3.4 Веер с короткими векторами с тенденцией приближения к оси абсцисс (рисунок 3d и e) характерен для экосистем с богатыми компенсационными возможностями. Это подтверждается количественными показателями развития, что проявляется в достаточно широком и равномерном веере пучка. Нет признаков усиления процесса антропогенного эвтрофирования.

В отдельные периоды или на отдельных участках может проявляться токсический эффект загрязнения, что на графике отражается короткими лучами, приближающимися к оси абсцисс (тенденция снижения численности и видового разнообразия, рисунок 3d).

7.3.5 Характер геометрического расположения векторов на рисунке 3e отождествляется с состоянием высокого запаса прочности системы, прошедшей только начальные сукцессионные стадии своего развития. Весь фонд толерантности еще не использован. Под воздействием нагрузки и при преобладании органических веществ развитие системы может пойти по пути увеличения численности и резкого сокращения видового разнообразия, что наблюдается при антропогенном эвтрофировании (вектор *E*). Подобием такого соотношения численности и числа видов зоопланктонного сообщества может быть состояние водоемов с макрофитным типом эвтрофирования. При таком состоянии обычно фиксируется очень высокое видовое разнообразие, как следствие разнообразия экониш, создаваемых высшей водной растительностью, и подключения к типичной планктонной фауне облигатной и факультативной фауны зарослей.

7.3.6 Веер векторов при средней численности и среднем числе видов изображен на рисунке 3f.

Геометрическое расположение веера в декартовой плоскости отождествляется с состоянием при оптимальной нагрузке трофического фактора. До крайних пределов толерантности, графически выражаемых приближением вектора к оси ординат или абсцисс, далеко. Это обусловлено оптимальным соотношением численности и видового разнообразия.

7.3.7 Примеры по использованию графического метода для характеристики состояния пресноводных экосистем приведены в приложении А.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

8.1 Для оценки состояния экосистем используют показатели развития зоопланктона, определяемые согласно гидробиологическим программам наблюдений ГСН в соответствии с [8, 9]. Графики строят по результатам анализа проб, отобранных в период с июня по август. В южных районах, где вегетационный период более продолжителен, используют результаты анализа проб, отобранных в мае и сентябре.

8.2 Для характеристики состояния водоема вполне достаточно двадцати проб (общие закономерности проявляются уже при анализе десяти проб, отобранных за одну съемку).

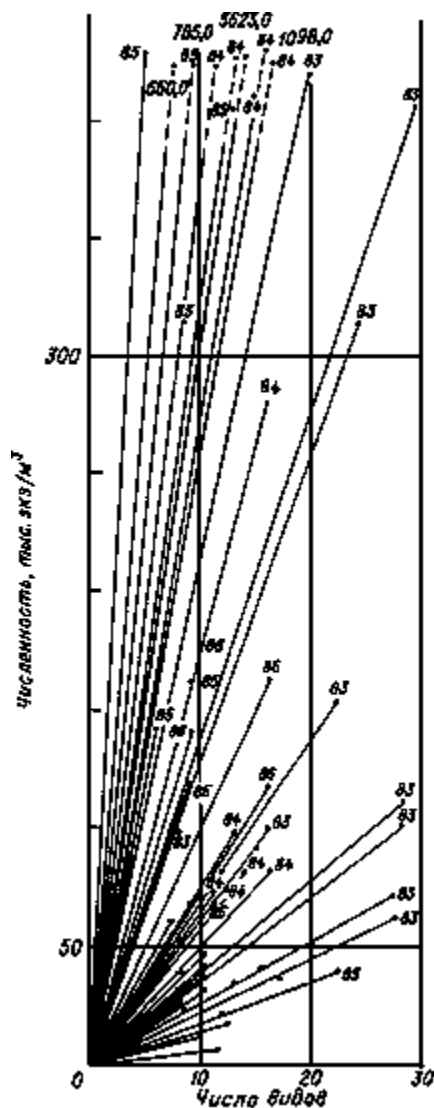
8.3 Для оценки тенденции изменений состояния водоема необходимо использовать ретроспективный анализ результатов многолетних наблюдений.

8.4 Для сравнения различных водоемов необходимо представлять информацию в одной декартовой плоскости в одинаковом масштабе.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Характеристика состояния отдельных водоемов

А.1 Состояние экосистемы при антропогенном эвтрофировании изучено на примере Куйбышевского (рисунок А.1) и Волгоградского (рисунок А.2) водохранилищ.



83 - 198

3 г., 84 - 1984 г., 85 - 1985 г., 86 - 1986 г.

Рисунок А.1 - Веер векторов для Куйбышевского водохранилища

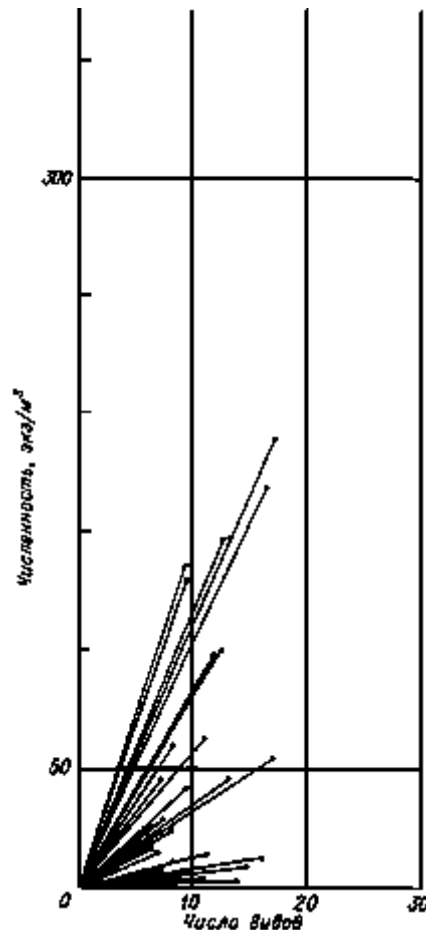


Рисунок А.2 - Веер векторов для Волгоградского водохранилища в 1983 г.

Проведен анализ исследований состояния Куйбышевского водохранилища в 1983-1986 гг. Особенно высокая степень эвтрофирования отмечена в 1984 и 1985 гг.: в локальных зонах напряжение крайне высокое, система приближается к пределу адаптационных возможностей. Веер векторов геометрически расположен в зонах 7 и 8.

Характер расположения векторов позволяет сделать вывод, что в 1985-1986 гг. в определенные периоды на отдельных участках водохранилища произошло усиление токсической нагрузки. Это подтверждают укороченные векторы, максимально приближенные к оси абсцисс (зона 1). Хотя в крупном водоеме происходит разбавление концентрации загрязняющих веществ, этот эффект наблюдался на протяжении трех лет исследований и свидетельствовал о постоянном токсическом загрязнении Куйбышевского водохранилища. Однако многообразие биоценологических условий, богатый фонд видов и уровней толерантности, раздвигающих пределы адаптации, высокий трофический потенциал водохранилища - это хороший компенсационный фонд системы при антропогенном воздействии (геометрическое расположение векторов в зонах 5, 6, 8, 9).

Расположение векторов, отражающих возможные состояния зоопланктонного сообщества по акватории Волгоградского водохранилища, позволяет сделать вывод, что летом 1983 г. наблюдался эффект токсического воздействия, охвативший почти половину акватории (рисунок А.2). Отмечены острые случаи на ряде станций (зона 1). К сожалению, это происходило на фоне гораздо более низкого, чем у Куйбышевского водохранилища, запаса прочности биотического сообщества. Адаптационные свойства системы снижены высоким уровнем токсичности.

А.2 Состояние экосистемы при макрофитном эвтрофировании изучено на примере

оз.Валдай в 1988 и 1990 гг. (рисунок А.3). Расположение векторов в зоне 2 для оз.Валдай можно отождествить с состоянием экосистемы, для которой характерны низкий трофический потенциал и богатство эконош (высокое видовое разнообразие). Это типичный случай макрофитного эвтрофирования. По сравнению с обычным эвтрофированием здесь темпы замедлены, годовые и сезонные колебания трофического потенциала более сглажены, режим обитания благоприятный. Поступление органического вещества в водную среду замедлено, так как оно перерабатывается в основном у дна при отмирании вегетирующей массы высшей водной растительности. Однако в таких случаях всегда сохраняется опасность вторичного загрязнения водной толщи в результате накопления органической массы у дна, приводящего систему в состояние экологического регресса за счет падения и численности, и видового разнообразия (векторы в зоне 1 на рисунке А.3).

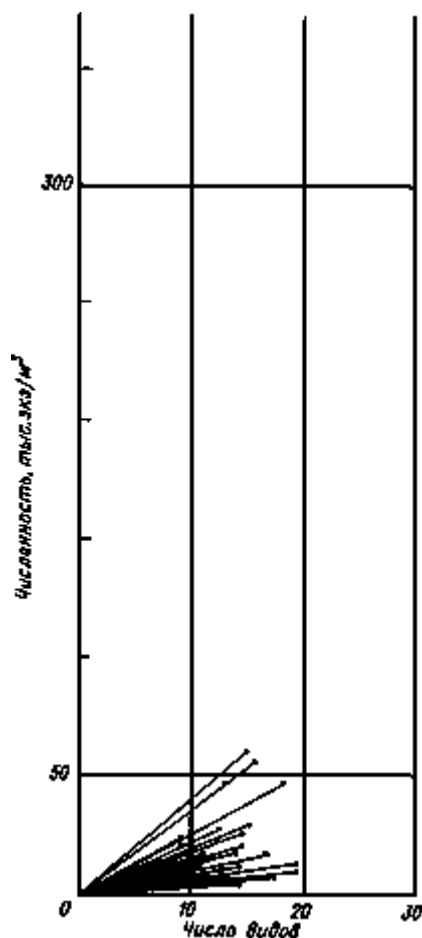


Рисунок А.3 - Вектор диаграммы для озера Валдай в 1988 и 1990 гг.

А.3 Состояние экосистемы при тепловой нагрузке изучено на примере Шерубайнуриногo водохранилища.

Эвтрофирование Шерубайнуриногo водохранилища обусловлено двумя определяющими факторами - температурным (влияние подогретых вод ТЭЦ) и трофическим. Ведущая роль принадлежит температурному. По расположению векторов в декартовой плоскости можно заключить, что система находится на пределе своих адаптационных возможностей (рисунок А.4). Как высокие (зона 7), так и низкие (зона 1) численности обусловлены развитием небольшого числа видов, и в первую очередь, теплолюбивых. В течение всего исследуемого периода общее число видов не превышало десяти. Дальнейшее усиление тепловой нагрузки может привести к увеличению численности и уменьшению видового разнообразия.

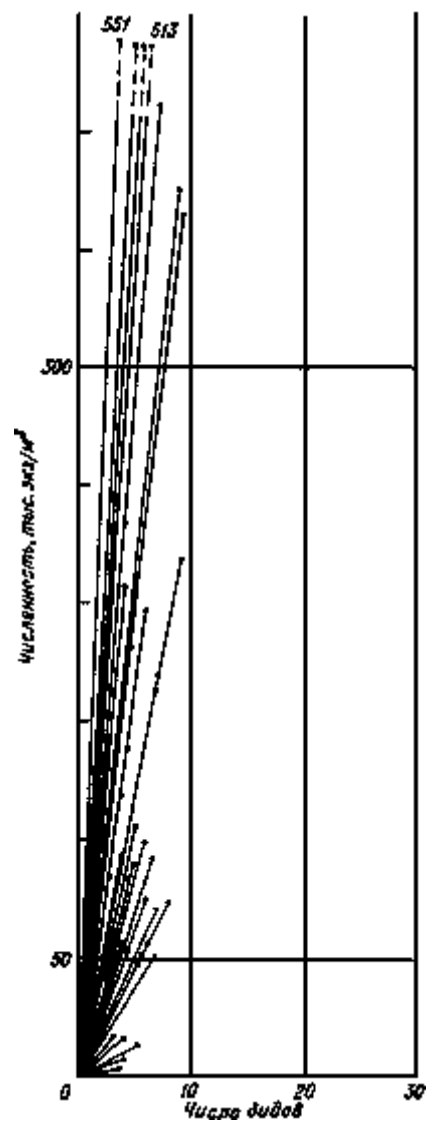


Рисунок А.4 - Расположение веера векторов для Шерубайнуринского водохранилища в 1989 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Библиография

[1] Строганов Н.С. Краткий словарь терминов по водной токсикологии. - Ярославль: Ярославский государственный университет, 1982. - 42 с.

[2] Абакумов В.А. Основные направления изменения водных биоценозов в условиях загрязнения окружающей среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - С.37-47.

[3] Декин С.А. Особенности воздействия зоны загрязнения на пассивно перемещаемых гидробионтов водоема // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - Т.3. - С.57-63.

[4] Дзюбан Н.А., Кузнецова С.Ф. Зоопланктон как показатель загрязнения водохранилищ // Гидробиологический журнал. 1978. - Т.14. - N 6. - С.42-47.

[5] Иванова М.Б. Влияние загрязнения на планктонных ракообразных и возможность их использования для определения степени загрязнения реки // Методы биологического анализа пресных вод. - Л., 1976. - С.68-80.

[6] Кутикова Л.А. Коловратки речного планктона как показатели качества воды // Методы биологического анализа пресных вод. - Л., 1976. - С.80-89.

[7] Методы биоиндикации и биотестирования природных вод / Под ред. В.А.Брызгалю, Т.А.Хоружей. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - Вып.2. - 276 с.

[8] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А.Абакумова. - СПб: Гидрометеиздат, 1992. - 318 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