

Конспект лекций

Лекция № 8. ЭВТРОФИРОВАНИЕ ВОДОЕМОВ

План:

- 1. Критерии достижения водоемами эвтрофного статуса.**
- 2. Эвтрофирование естественны водоемов и водохранилищ.**
- 3. Прогнозирование эвтрофирования водоемов в связи с освоением и водосборов.**

1. Критерии достижения водоемами эвтрофного статуса.

Эвтрофирование (эвтрофикация, эвтрофия) вод есть повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием естественных (природных) или антропогенных факторов.

Процесс эвтрофикации в первую очередь связан с состоянием водосбора и с хозяйственной деятельностью на его территории.

Между эвтрофированием и загрязнением водоема есть существенная разница, заключающаяся прежде всего в том, что загрязнение обусловлено сбросом токсических веществ, подавляющих биологическую продуктивность водоемов, а эвтрофирование до известной степени повышает эту продуктивность.

Наиболее простой способ оценки достижения водоемом эвтрофного статуса является проверка превышения фактическими концентрациями биогенных веществ предельно допустимых значений. Поэтому установление норм ПДС в воде биогенны веществ необходимо не только в санитарно-гигиеническом плане, но и для ограничения возможности эвтрофирования водоемов.

Процесс эвтрофирования, обусловленный повышенным содержанием в воде минеральных соединений азота и фосфатов, приводит к ухудшению качества воды (его органолептических свойств) и накоплению токсичны продуктов.

Согласно единым критериям качества воды в странах Восточной Европы для поверхностных вод I класса, используемых для коммунального водоснабжения, нужд пищевой промышленности и разведения ценны пород рыб, в том числе лососевых, предельно допустимое содержание аммонийного азота составляет 0,1; нитратного – 0,1; общих фосфатов – 0,005 мг/л.

Значение ПДК (мг/л) биогенных веществ.

| <i>Наименование веществ Химическая формула</i> | <i>Хозяйственно- питьевые</i> | <i>Рыбохозяй- ственные</i> |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| Нитраты, NO ₃ | 10 | 9,0 |
| Аммонийный азот, NH ₄ | 2,0 | 0,05 |
| <i>Аммония:</i> | | |
| метаванадит NH ₄ VO ₃ | 2,0 | - |
| нитрат NH ₄ NO ₃ | 2,0 | 0,5 |
| перхлорат NH ₄ ClO ₂ | 5,0 | 0,008 |
| родонит NH ₄ SCN | 0,1 | 0,5 |
| сульфамат NH ₄ OSO ₂ NH ₂ | 2,0 | - |
| сульфат (NH ₄) ₂ SO ₄ | 2,0 | 1,0 |
| хлорид NH ₄ Cl | 2,0 | 1,2 |
| дихромат (NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇ | - | 0,05 |

*Уровень эвтрофикации водоемов можно оценивать по концентрации об-
щего Р, мкг/л,*

| Диапазон концентраций Общего Р, мкг/л | 0-10 | 10-20 | 20 |
|--|-------------|-----------|-----------|
| Трофический статус водоема | Олиготрофн. | Мезотроф. | Эвтрофный |

или по содержанию хлорофилла в планктоне:

| Статус озера: | Олиготроф. | Мезотроф. | Эвтроф. |
|---------------------------------|--------------|------------|---------|
| Содержание хлорофилла, мкг/л | 0,1 – 1,0 | 1,0 – 10,0 | ≥10 |
| г/м ² | 0,001 – 0,01 | 0,01 – 0,1 | >0,1 |

В очищенных сточных водах, поступающих в озера и водохранилища, концентрация фосфора не должна превышать 1 мг/л.

Концентрация хлорофилла является показателем напряженности биологических процессов, развивающихся в водоеме, и критерием уровня эвтрофирования, в том числе антропогенного.

В процессе биологического самоочищения на участках, удаленных от мест загрязнения, большая часть соединений азота, фосфора и металлов находится не в виде минеральных соединений, а в составе органических и взвешенных веществ.

Концентрации, превышение которых в воде озер и водохранилищ приводит к усиленному росту водорослей, составляют приблизительно 10 мг/м³ фосфора и 300 мг/м³ азота. В проточных водах допускаются несколько большие концентрации.

Кроме оценки эвтрофного статуса водоемов по предельным концентрациям отдельных элементов существуют классификации тропического состояния, основывающиеся на физических, химических или биологических изменениях или на их различных комбинациях, наиболее часто среди них встречаются:

- 1) по катионному коэффициенту;
- 2) по однопараметрическому показателю, характеризующему прозрачность воды по диску Секки;
- 3) по однопараметрическому показателю общего фосфора;
- 4) по показателю первичной продукции;
- 5) по показателю бентосных макробеспозвоночных и рыбопродуктивности.

Кроме того известны *трофические классификации*, базирующиеся преимущественно на биологических данных и не имеющие четко выраженных количественных значений. Они используют индикаторы – водоросли; классификация, основанная на видовом разнообразии и биомассе зоопланктона.

При прогнозе эвтрофного статуса водоема по количеству поступающих в него БВ (фосфора, азота и др.) наиболее удобными представляются классификации, основанные на сравнении осредненных за определенный отрезок времени концентраций рассматриваемых элементов и их предельно допустимых значений (ПДК) или предельно допустимых экологических норм (ПДЭН).

2. Эвтрофирование естественных водоемов и водохранилищ.

В большинстве озер и водохранилищ основной причиной эвтрофирования является антропогенный фактор – поступление БВ извне. Так в первые 2-3 года после образования водохранилищ на Волге количество аммонийного азота увеличивалось более чем в 10 раз, а нитратного азота и фосфора в 1,5-2,0 раза.

При строительстве водохранилищ независимо от региона в связи с изменением гидродинамических характеристик речного потока, затопления больших площадей и растительности происходит аккумуляция биогенных и органических веществ. Содержание биогенных веществ и органики в водохранилищах зависит от природных условий на водосборе и в зоне затопления, а

также от факторов деятельности человека (промышленное, бытовое, сельскохозяйственное загрязнение, регулирование стока и водный режим).

Основная масса Б.В. осаждается в верховьях водохранилищ; взвеси, приносимые притоками осаждаются в устьях. При движении воды к плотине и содержание уменьшается к центру водохранилища. Это связано с осаждением речных взвесей и с разбавлением речных вод половодья зимними водами водохранилища.

Уменьшение содержания Б.В. вдоль продольной оси по направлению к плотине характерно для всех водохранилищ. Это можно рассматривать как естественный процесс самоочищения воды. В результате их содержание в приплотинных участках не более 2-3 мг/л.

Повышенная концентрация БВ на мелководьях приводит не только к локальным вспышкам «цветение», но и к интенсивному зарастанию мелководий высшей водной растительностью. Для водохранилищ характерно следующее:

- 1) так содержание Б.В. в водоемах наблюдается в паводковый период;
- 2) амплитуда колебаний БВ особенно велика в мелководных зонах;
- 3) повышенные концентрации БВ наблюдаются у дна за счет интенсивной минерализации органических веществ в донных отложениях;
- 4) понижение концентрации растворенных форм БВ отличаются в летнее время за счет интенсивного развития водорослей;
- 5) более однородный по БВ режим свойственен небольшим и мелким водохранилищам и водоемам.

Чтобы наметить мероприятие по снижению эвтрофирования водоемов и водохранилищ необходимо прежде всего изучить закономерность гидрохимического режима мелководий от уровня. В неглубоких водохранилищах можно уменьшить эвтрофирование, контролируя гидрологический режим. В крупных водохранилищах необходимо учитывать локальные очаги эвтрофикации. Мероприятия по снижению выноса биогенных веществ должны проводиться на водосборах, примыкающих к загрязненным участкам водоема.

Регулярные наблюдения по всей акватории водоемов требуют значительных затрат и поэтому не всегда возможны. В последние годы все большее развитие получают дистанционные (аэрокосмические) методы исследований степени эвтрофикации водоемов. Сюда относят такие средства как фотографирование, различные виды съемок (телевизионную, инфракрасную, сканерную, радиотепловую), а также спектрофотометрирование.

Дешифровка изображений, в особенности цветных и спектрональных, полученных космическими средствами, позволяет уже в настоящее время определять с погрешностью около 10% плотности и вообще содержание планктона в водоеме, а также степень зарастания акватории высшими водными растениями, что в определенной мере характеризует продуктивность созданных экосистем и может служить индикатором процесса эвтрофирования. При этом в ряде случаев удастся устанавливать основные классы водной растительности – воздушно – водной, плавающей и погруженной. Используются и методики дистанционного измерения концентрации хлорофилла, содержание которого тесно коррелирует с биомассой водорослей и уровнем трофности.

3. Прогнозирование эвтрофирования водоемов в связи с освоением и водосборов.

В середине 60-х годов 20-го столетия создана Международная ассоциация по предупреждению и борьбе с эвтрофированием внутренних водоемов. Задачей этой ассоциации в первую очередь является статистический анализ трофического состояния внутренних водоемов различных континентов и установление зависимости уровня трофности от различных показателей. Одним из наиболее важных показателей экологической надежности естественных водоемов является обеспеченность сохранения ими олиготрофного статуса, несмотря на интенсивное хозяйственное освоение их водосборов и многоцелевое использование акваторий.

Для внутренних водоемов характерна сложная взаимосвязь комплекса хозяйственных, климатических, гидрохимических, санитарно-микробиологических, гидрологических, гидробиологических и других факторов. Методология прогнозирования трофического состояния внутренних водоемов пока недостаточно разработана. На первом этапе оценки уровня трофности водоема необходим статистический анализ зависимостей трофности от наиболее общих факторов: географических, климатических показателей и степени освоенности территорий. Прогноз эвтрофирования водоема возможно осуществлять только при наличии исчерпывающей информации о биогенной нагрузке на водосборе и о возможном поступлении питательных веществ в водоемы. Целенаправленно планируя и изменяя эту нагрузку на водосборе посредством осуществления продуманной хозяйственной и природоохранной деятельности в пределах водного бассейна можно контролировать качественное состояние водоемов – их трофический уровень.