

**Проблемы загрязнения
окружающей среды и
экологические последствия.
Методы восстановления экосистем.**



Экобиотехнология - направление науки и прикладной биотехнологии, которое решает задачи охраны окружающей среды с помощью биотехнологических методов.

Толчком к выделению экобиотехнологии в отдельную отрасль послужили



массивный антропогенное воздействие на все природные среды и их компоненты на современном этапе



стремительное развитие биотехнологий

Загрязнение - поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергий (в виде звуков, шумов, излучений) в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

Источниками антропогенного загрязнения являются промышленные предприятия, теплоэнергетика, транспорт, сельскохозяйственное производство и другие технологии.

Природными загрязнителями могут быть пыльные бури, вулканический пепел, селевые потоки и др.

Основные источники загрязнения окружающей среды



Промышленные производства



Энергетические установки



Транспорт



Сельское хозяйство



Коммунально-бытовой сектор



Водные ресурсы: источники загрязнения и последствия

Загрязнение водоемов - снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ

Загрязнение вод проявляется в:

- изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса),
- увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов,
- сокращении растворенного в воде кислорода воздуха,
- появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Загрязнения, поступающие в водную среду, классифицируют:

Химическое



Биологическое



Физическое
загрязнение



Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся.

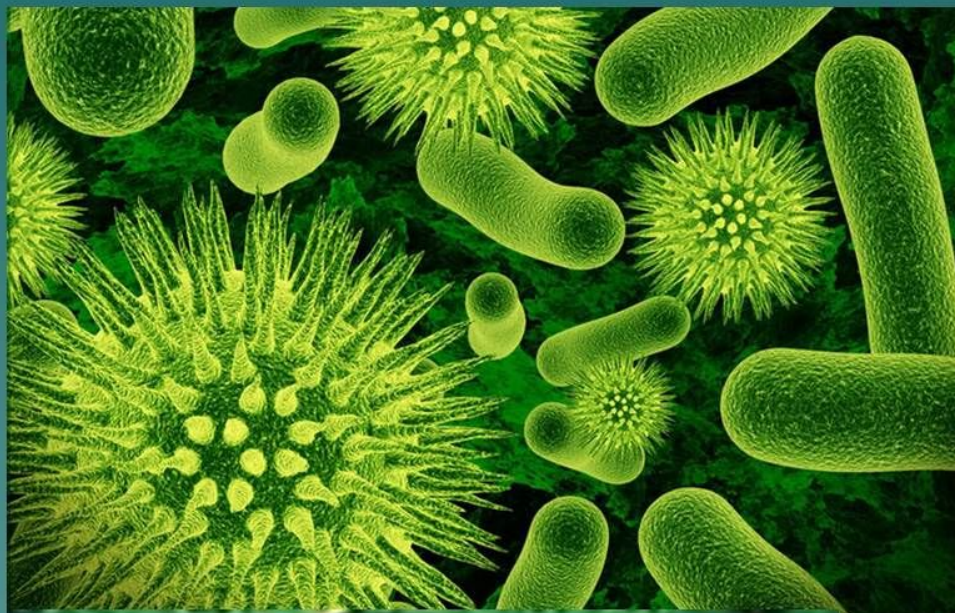
Среди химических загрязнителей к наиболее распространенным относят нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), пестициды, тяжелые металлы, диоксины, соли, кислоты, щелочи и др.



Биологическое загрязнение

выражается в появлении в
воде патогенных бактерий,
вирусов, простейших,
грибов и др.

Этот вид загрязнений
носит временный характер.



Физическое загрязнение.

Попадание в поверхностные воды радиоактивных веществ при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне и др.

- Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.).

- Тепловое загрязнение связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами.



Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод.

- Сброс в водоемы неочищенных сточных вод.
- Смыв ядохимикатов ливневыми осадками.
- Газодымовые выбросы.
- Утечки нефти и нефтепродуктов.

Последствия загрязнения.

Падение устойчивости водных экосистем вследствие нарушения пищевой пирамиды и ломки сигнальных связей в биоценозе, микробиологического загрязнения, эвтрофикации и других крайне неблагоприятных процессов.

Восстановление водных экосистем.

- ▶ **Озерные экосистемы** – это экосистемы замкнутых поверхностных водоемов (озера, пруды) и водохранилищ.
- ▶ **Водоохранилища** создаются для использования в народном хозяйстве: для регуляции стока рек, водоснабжения, создания напора воды в гидроэнергетических сооружениях, для орошения, судоходства, рыбного хозяйства и отдыха.

Негативные изменения в озерных экосистемах, обусловленные антропогенным воздействием, могут проявляться как:

- эвтрофикация,
- зарастание сорными растениями и водорослями,
- заиление,
- загрязнение органическими ксенобиотиками и тяжелыми металлами,
- закисление,
- тепловое загрязнение,
- искусственное изменение уровня воды,
- рекреационные.

- ▶ Восстановление водных экосистем является природным процессом, базируется на процессах самоочищения.
- ▶ Механизм восстановления включает физические, химические и биологические процессы самоочищения, в которых участвуют практически все группы гидробионтов - микроорганизмы, фитопланктон, высшие растения, беспозвоночные животные, рыбы, которые равным образом важны для нормального протекания процессов самоочищения.

Восстановление водных экосистем может происходить



естественным путем



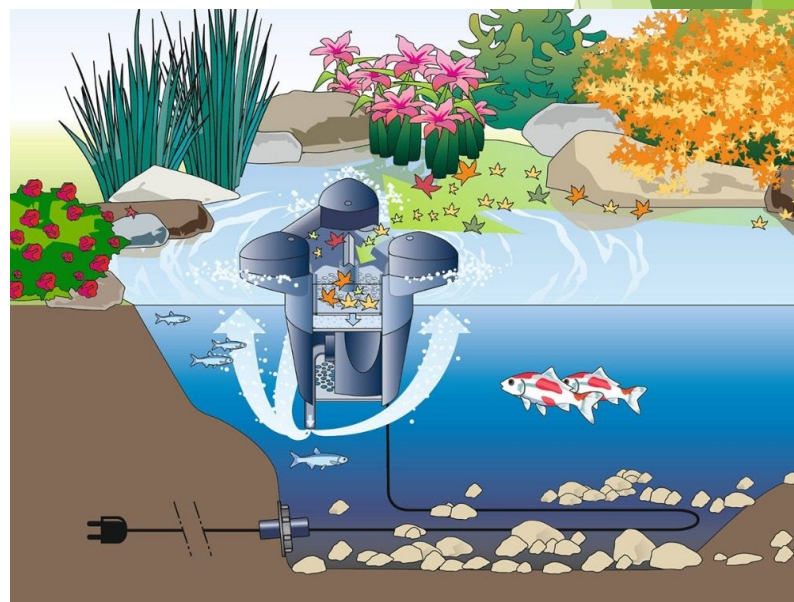
при активном вмешательстве человека

Наиболее популярные практические методы восстановления и управления водными объектами:

Аэрация и искусственное обогащение кислородом – увеличение содержания кислорода в водной массе путем растворения кислорода в воде или подачи обогащенной кислородом воды в водоем со сниженным его содержанием.



Искусственная дестратификация (принудительная циркуляция) – подача воздуха в водоем для предотвращения образования термической стратификации или ее ликвидации.



Биоманипуляция (изменение пищевой цепи) – основана на гипотезе трофического каскада, согласно которой увеличение биомассы хищных рыб в водоеме приводит к снижению биомассы планктоядных рыб, вследствие чего размножаются крупные организмы зоопланктона (дафнии) и поедают цианобактерии, препятствуя возникновению «цветения»

Покрытие дна – установка барьера для снижения поступления биогенных элементов и загрязнителей из донных отложений или подземных вод в водоем с использованием различных технических возможностей.



Химическое связывание фосфора –

связывание растворенного в воде фосфора соединениями железа или алюминия с последующим осаждением частиц на дно. Высокие дозы алюминия и железа усиливают способности фосфора к соединению с донными отложениями, что, в свою очередь, предотвращает его обратное вымывание на долгий период времени. Результат воздействия зависит от рН воды в водоеме.



Разбавление и поливка –

снижение концентрации биогенных элементов в воде при дополнительном введении в водоем воды с низким содержанием биогенных элементов. Это увеличивает дебит и снижает время водообмена, что, в свою очередь, создает эффект разбавления и приводит к ликвидации фитопланктона и снижению концентрации биогенных элементов.

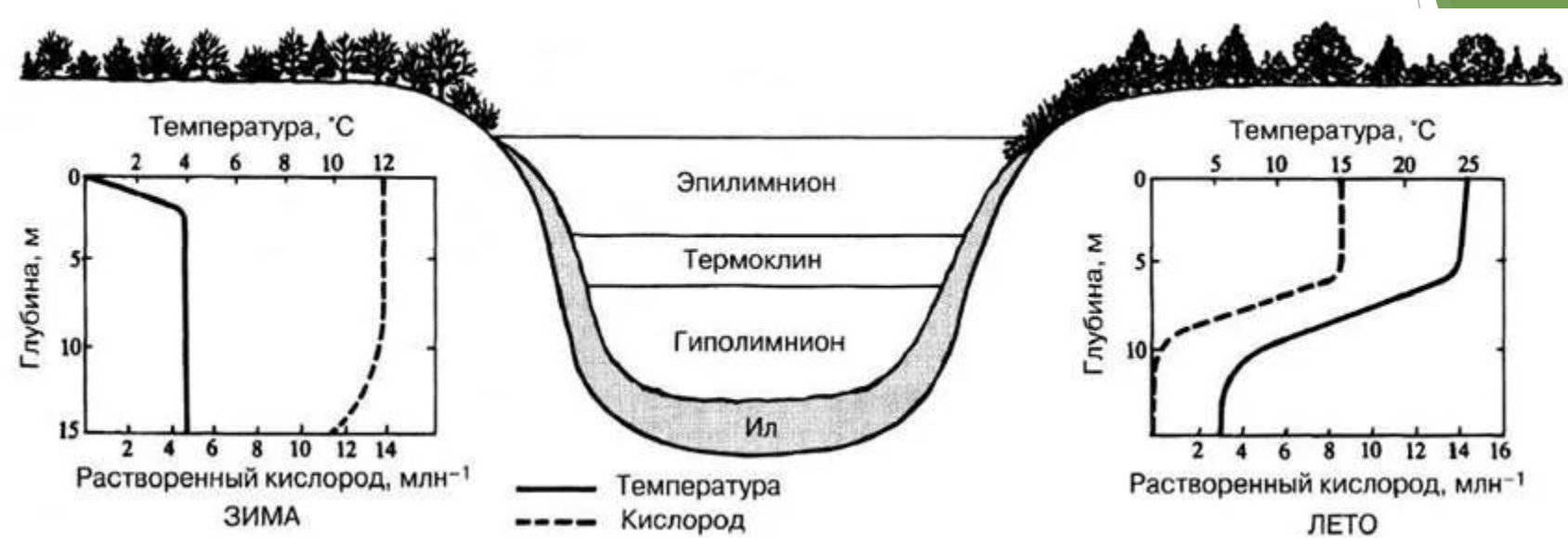
Землечерпание (удаление донных отложений) – увеличение глубины водоема и возможностей использования береговой зоны в результате удаления загнивающего материала и предотвращения обратного выхода биогенных элементов из донных отложений.



Удаление макрофитов (водной высшей растительности) – повышение рекреационной значимости водоема, улучшение условий обитания ихтиофауны и рыболовства. Растительность может быть удалена при использовании механических, физических, химических и биологических методов.



Уменьшение объема вод в гипolimнионе – замена воды из гипolimниона с высокой концентрацией биогенных элементов и низким содержанием кислорода водой эпилимниона, насыщенной кислородом за счет гравитации или насосом.



Подъем уровня воды – предотвращение распространения растительности в озере, повышение рекреационной значимости и улучшение береговой зоны.

Предотвращение эвтрофикации

Эвтрофикация наблюдается при избыточном содержании биогенных элементов – азота и фосфора в водоеме.



Существует два основных подхода для борьбы с эвтрофикацией.

- 1) Борьба против симптомов эвтрофикации: развития водорослей и (или) снижения уровня растворенного кислорода.
- 2) Устранение причины эвтрофикации: чрезмерное поступление наносов и биогенов.

Источником наносов является почвенная эрозия. Биогены, например, нитраты, фосфаты и калий ионы, прикрепляются к частичкам глины и гумуса и сопутствуют наносам.

Все источники наносов одновременно служат источником биогенов в водоемах:

удобрения, вымываемые с полей и садов;

отходы животноводства, смываемые с пастбищ, ферм и конюшен;

смываемые из городов и пригородов отходы домашних животных;

экскременты человека;

фосфатсодержащие детергенты (моющие средства);

кислотные дожди.

Меры борьбы с эвтрофикацией:

- противоэрозионные и биолого-технические мероприятия по защите склонов водоемов,
- контроль за отходами на стройплощадках и в горном деле,
- охрана болот,
- запрещение использования фосфатных детергентов,
- усиление очистки канализационных стоков.



ОЧИСТКА ВОДНЫХ СРЕД ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами в Мировом океане.

Основными антропогенными факторами загрязнения вод и донных отложений нефтью являются:

- регламентные работы при транспортировках нефти,
- аварийные разливы при транспортировке и добычи нефти на морском шельфе,
- сброс промышленных и бытовых сточных вод и мусора,
- подземные и подводные ремонты уже действующих скважин,
- аварийные разливы нефтепроводов,
- необходимая очистка сбросных вод на нефтепромысловых и нефтеперерабатывающих предприятиях.



Водоплавающим птицам и морским млекопитающим, чье оперение/мех покрыты нефтяной пленкой, намного сложнее сохранять тепло и плавучесть, они испытывают проблемы с поисками пищи и пр. Выжившие морские организмы чаще болеют, хуже размножаются и пр.

1 литр разлитой нефти загрязняет приблизительно около 40 тыс. литров морской воды

Методы очистки от нефти и нефтепродуктов:

- ▶ механические (сбор нефти с поверхности воды различными приспособлениями),
- ▶ физико-химические (контролируемое сжигание, применение различных адсорбентов, диспергирование и эмульгирование),
- ▶ биологические (биоремедиация).

Механические способы



Суда-губки

Боновые заграждения

- ▶ Главным недостатком данного способа является невозможность удаления тонкой нефтяной пленки с водной поверхности.

Физико-химические способы

1) Применение различных сорбентов:

- торфяной бертинат – обезвоженный торф; аэросил – пирогенная двуокись кремния (SiO_2);
- сорбент на основе бутадиенстирольного каучука в виде крошки;
- углеродный сорбент,
- угольные адсорбенты,
- синтетические сорбенты, изготавливаемые из полипропиленовых волокон,
- полиуретан в губчатом или гранулированном виде;
- формованный полиэтилен с полимерными наполнителями;
- зола, коксовая мелочь; торф; силикагели; алюмогели; активные глины и др.

2) Осаждение нефти - нанесение на поверхность нефтяного слоя осадителей (строительная известь, трепел), которые сорбируют на себе нефть, и она вместе с осадителем опускается на дно водного объекта.



Биологические способы (биоремедиация).

Метод основан на внедрении в загрязненный водный объект активных микроорганизмов-деструкторов, что позволяет не только проводить эффективную очистку от нефтяных загрязнений, но и стимулировать восстановление естественных процессов самоочищения экосистемы.

Биопрепараты могут быть на основе монокультур микроорганизмов, микробных сообществ (консорциумы и ассоциации), а также генетически модифицированных штаммов микроорганизмов.

В составе биопрепаратов могут присутствовать различные добавки-стимуляторы (крахмал, кукурузный экстракт, кормовые дрожжи, глюкоза, ферменты, удобрения) или иммобилизаторы.



К преимуществам биоремедиации относятся:

- ▶ экологическая и гигиеническая безопасность в отношении окружающей среды;
- ▶ возможность целенаправленного применения в нужном месте и в нужное время;
- ▶ высокая скорость деструкции микроорганизмами загрязнителей на безвредные для окружающей среды продукты метаболизма бактерий;
- ▶ эффективность, экономичность и отсутствие вторичных загрязнений;
- ▶ использование природных углеводородокисляющих микроорганизмов, которые не являются чужеродным агентом для водной экосистемы.

ОЧИСТКА ВОДНЫХ СРЕД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ

Для очистки воды от тяжелых металлов и радионуклидов широко применяются природные и синтетические адсорбенты, в том числе органические ионообменные смолы.

Существенным недостатком ионообменников на органической основе является низкая термическая стойкость, что накладывает жесткое ограничение на верхний предел рабочей температуры для использования как анионитов, так и катионитов, который лежит в области 40-60 °С.



Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов.

Многие микроорганизмы различных (водоросли, бактерии, грибы, мхи, дрожжи) способны накапливать тяжелые металлы, радионуклиды и прочие экотоксиканты из объектов окружающей среды.

В биосорбционных технологиях может применяться биомасса, содержащая как живые, так и мертвые микроорганизмы.

При использовании живых микроорганизмов может осуществляться активная и пассивная сорбция, т. е. аккумуляция и биосорбция.

В случае использования мертвых микроорганизмов – осуществляется только биосорбция.



Биоматериалы для биосорбции тяжелых металлов:

- ▶ морские водоросли (зеленых водорослей *Chlorella vulgaris*; бурыми морскими водорослями *Ascophyllum nodosum*, бурые водоросли рода *Sargassum* и др.; бурые водоросли получили большее внимание ввиду их лучшей сорбционной способности по сравнению с красными и зелеными);
- ▶ бактерии (род *Bacillus*, род *Pseudomonas*, *Zoogloea ramigera*, род *Streptomyces* и др.);
- ▶ грибы (род *Penicillium*, род *Aspergillus*, род *Rhizopus*);
- ▶ дрожжи (биомассу дрожжей используют как биосорбент для извлечения Ag, Au, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, U, Th, Zn – дрожжи родов *Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia*);
- ▶ пищевые и сельскохозяйственные отходы (торф, кора деревьев, древесные опилки, кожура бананов и цитрусовых, рисовая шелуха, хлопковые коробочки и др.)



Наиболее простым способом модификации поверхности клетки микроорганизма могут быть нагревание, автоклавирование, замораживание, сушка в различном диапазоне температур, лиофилизация.



Химическая обработка может быть основана на специфической отмывке биомассы (деионизованной водой, метанолом, этанолом, моющими детергентами), поперечной сшивке с использованием формальдегида, глутарового альдегида, проведении щелочного или кислотного гидролиза с целью изменения поверхности и возможности доступа к функциональным группам, ответственных за биосорбцию.

Иммобилизация микроорганизмов — это процесс закрепления клеток на поверхности или в объеме носителя. Известно, что клетки, **иммобилизованные** на носителе или в его массе, менее подвержены отрицательному действию окружающей среды (свет, температура, осмотическое давление, рН среды), чем свободные клетки **микроорганизмов**.

Иммобилизация живых и мертвых микроорганизмов на твердой матрице позволяет улучшить эксплуатационные характеристики биосорбентов и их применение в непрерывных процессах с использованием проточных биореакторов различных типов.

В качестве матрицы для иммобилизации используют природные неорганические носители (гематиты, цеолиты, вермикулит) и полиакриламидный и Са-альгинатный гели, полиуретан.

