

На правах рукописи

**Методическая разработка
системы уроков и занятий внеурочной
деятельности в рамках учебного предмета
«Экология»
для обучающихся 10 классов по теме
«Устойчивое развитие»**

Дидактико-методический материал для учителей экологии и биологии

Обуховская А.С.
Учитель экологии
ГБОУ «Лицей № 179»
Калининского района
Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург

2018 г.

Презентационная аннотация

Методическая разработка системы уроков и занятий внеурочной деятельности в рамках учебного предмета «Экология» для обучающихся 10 классов по теме «Устойчивое развитие»

1. Основной замысел

Одной из составляющих школьных идеологий 21 века является концепция устойчивого развития. Особенно актуальны вопросы, связанные с необходимостью развития экологического образования и просвещения подрастающего поколения.

В настоящее время в ряде образовательных организаций изучение отдельных разделов экологии интегрировано в курс биологии, географии, в дополнительное образование. Это не позволяет обучающимся получить представление о фундаментальных основах экологии, о значимости и необходимости соблюдения нравственных и правовых принципов природопользования, созидательной деятельности в отношении окружающей среды.

Цель современной школы, «школы ответственного будущего» является создание системы для формирования у обучающихся экологического мировоззрения, ответственности, экологической культуры.

Для реализации этой цели мною разработана и активно реализуется в образовательной организации в течении ряда лет **система урочно-внеурочной деятельности и сетевого взаимодействия**. Системаобразующим фактором при этом выступает ведущая идея устойчивого развития - формирование экологической ответственности, мировоззрения культуры через определение ценностных компонентов в содержании уроков, внеурочной деятельности, социальное партнерство и создание условий для их интериоризации обучающимися.

2. Структура содержания

Основной замысел предлагаемой методической системы реализуются через следующие содержательные линии:

- природное сообщество и человек (компонент этого сообщества);
- многообразие природного и социокультурного окружения человека;
- экологическое взаимодействие организмов с окружающей средой, роль человека; принципы устойчивого развития;
- правила поведения человека и его деятельность в природном и социальном окружении;
- принципы сохранения природной среды, принципы целостности мышления – социо-эколого-экономическая система.

3. Разработана модель «Экологическая культура обучающихся» (экологическая культура – совокупность практического и духовного опыта взаимодействия человека с природой).



4. Используемые технологии и методы: наблюдение, критическое мышление, проекты, исследования, open space, мозговой штурм, ИКТ.

Сочетание экологических знаний, деятельности и экологического сознания определяют экологическую культуру. Следует отметить необходимость интеграции экологии с другими дисциплинами, формирования интегрированных знаний.

Знания, метапредметные компетентности, критическое мышление, формирующееся на уроках, продолжают развиваться в рамках занятий внеурочной деятельности, таких как проектно-исследовательская деятельность и работа секций Клуба старшеклассников. Для иллюстрации данного подхода в Приложении №1 представлена методическая разработка уроков и занятий внеурочной деятельности по теме: «Устойчивое развитие», включающая разделы:

- Загрязнение атмосферного воздуха. Проблемы, поиск решений (урок + внеурочная деятельность)
 - Загрязнение почвы. Проблемы, поиск решений (урок + внеурочная деятельность)
 - Загрязнение воды. Проблемы, поиск решений (урок + внеурочная деятельность)
- В Приложении №2 представлены:

- модели научно-исследовательских секций Клуба старшеклассников, клуба «Высокие технологии и экология».

- направления научно-исследовательских работ: мониторинг воды Финского залива, санитарно-гигиенические показатели атмосферного воздуха Калининского и Выборгского районов Санкт-Петербурга, города Кронштадт; гидрохимический и биологический анализ воды рек Нева и Охта, Суздальских озер, канала Грибоедова и др.

- сотрудничество с социальными партнерами, которые являются экспериментальной базой для проведения ряда экологических проектов.

5. Показатель результативности реализации предложенной методической системы

- Обучающиеся лица, прошедшие подготовку по экологии в предлагаемой методической системе ежегодно показывают высокие результаты на международных, всероссийских, городских конференциях и районных конференций и олимпиадах по экологии. Так, за последние 3 года победители и призеры (72 ученика).

- Активная работа волонтеров по теме: «Устойчивое развитие» отмечена сетевыми партнерами.

- Плодотворно участвуют в круглых столах, вебинарах, онлайн конференциях по темам:

- «Перспективы устойчивого развития природы и общества»
- «Осознание человечеством масштаба своей деятельности как фактора, усугубляющего экологический кризис»
- «Экоцентрическая позиция как необходимое условие выживания и будущего развития человечества и биосферы в целом».
- Лицей победитель регионального конкурса «Устойчивая школа».

Просветительская и волонтерская экологическая деятельность учащихся создает условия для формирования экологического мировоззрения, ответственности и экологической культуры.

Методическая разработка урока

Тема урока: «Устойчивое развитие общества», 10 кл.

Цель урока: помочь ученикам осознать, что проблемы, препятствующие сохранению устойчивого развития общества, требуют особого внимания и ответственности, активного их решения.

Форма урока: коммуникативно-диалоговая.

Коммуникативно-диалоговая форма урочной деятельности способствует, с одной стороны сделать акцент на авторской позиции обучающегося, осознавшего серьезность экологических обстоятельств, с другой – через выяснение причинно-следственных связей, изучение, проникновение, погружение в проблему, через диалог осознать серьезность и зависимость решения данной проблемы от действий людей.

Коммуникативно-диалоговая форма урока будет реализована и во внеурочной деятельности, поможет ребятам поработать над анализом достаточного объема информации, формировать обоснованные выводы, стимулирует интерес к технологическим процессам, инновационным подходом в решении поставленных проблем. Развивается возможность для обмена мнениями, выводами, эффективного диалога и коммуникаций.

Изучение данной темы требует **интеграции содержания устойчивого развития, экологии** в разные предметные области.

Технологии урочно-внеурочной деятельности: мозговой штурм, кейс-технологии.

На уроке ученики работают в режиме технологии «Мозговой штурм». Мозговой штурм прекрасно сочетается с проектной и исследовательской деятельностью; во внеурочное время – используют кейс-технологии.

Предполагаемые результаты: осознание и реализация практической деятельности в соответствии с принципами устойчивого развития, формирование метапредметных ключевых компетентностей.

ТЕХНОЛОГИЯ «МОЗГОВОЙ ШТУРМ» (УМШ)

Дидактические ценности УМШ:

- это активная форма работы, хорошее дополнение и противовес репродуктивным формам учебы;
- учащиеся тренируют умение кратко и четко выражать свои мысли;
- участники штурма учатся слушать и слышать друг друга, чему особенно способствует учитель, поощряя тех, кто стремится к развитию предложений своих товарищей;
- учителю легко поддержать трудного ученика, обратив внимание на его идею;
- наработанные решения часто дают новые подходы к изучению темы;
- УМШ вызывает большой интерес учеников, на его основе легко организовать деловую игру.

Обычно штурм проводится в группах численностью — 7-9 учащихся.

До штурма:

Группу перед штурмом инструктируют. Основное правило на первом этапе штурма — никакой критики!

В каждой из групп выбирается или назначается учителем ведущий.

Он следит за выполнением правил штурма, подсказывает направления поиска идей. Ведущий может акцентировать внимание на той или иной интересной идее, чтобы группа не упустила ее из виду, поработала над ее развитием.

Группа выбирает секретаря, чтобы фиксировать возникающие идеи (ключевыми словами, рисунками, знаком...)

Проводится первичное обсуждение и уточнение условия задачи.

Учитель определяет время, необходимое для проведения первого этапа (обычно 20 минут). Временные параметры желательно зафиксировать на доске.

Первый этап. Создание банка идей.

Главная цель — наработать как можно больше возможных решений.

В том числе тех, которые на первый взгляд кажутся «дикими». Иногда имеет смысл прервать этап раньше, если идеи явно иссякли и ведущий не может исправить положение.

Теперь небольшой перерыв, в котором можно обсудить штурм с рефлексивной позиции: какие были сбои, допускались ли нарушения правил и почему. Желательно сделать релаксационную паузу.

Второй этап. Анализ идеи

Все высказанные идеи группа рассматривает критически. При этом придерживается основного правила: в каждой идее желательно найти что-то полезное, рациональное зерно, возможность усовершенствовать эту идею или хотя бы применить в других условиях.

И опять небольшой перерыв — физкультминутка.

Третий этап. Обработка результатов

Группа отбирает от 2 до 5 самых интересных решений и назначает спикера, который рассказывает о них классу и учителю. (Возможны варианты: например, группа отбирает самое практичное предложение и самое «дикое».) В некоторых случаях целью группы является поиск как можно большего числа решений, и тогда спикер может огласить все идеи.

Возможные варианты работы групп

В работе принимают участие несколько групп, которые могут одновременно, независимо друг от друга, штурмовать одну задачу. Возможна организация конкурса идей. И пусть жюри тоже состоит из учеников.

Каждая из групп может штурмовать свою задачу. Лучше все задачи объединить более общей проблемой.

Нет ничего плохого в том, если третий этап будет отделен временем, даже проведен на другом занятии. Если за это время у участников группы появятся новые идеи — пусть обсуждают и их. Ведь главное — спровоцировать интенсивную мыслительную деятельность над учебной задачей, а не выдвинуть определенное количество идей в строго отведенное время. А иногда целесообразно вообще ограничиться только первым этапом штурма с оглашением всех найденных идей.

УМШ учителю позволяет сделать ученика активным участником учебного процесса, помогает его самоактуализации и самореализации, развитию творческого потенциала.

На организационном этапе урока ученикам было предложено выбрать тему работы на уроке и, по желанию, работать над развитием данной темы во внеурочное время, создавая кейс.

Содержательные линии урока предложили обучающиеся, отвечая на вопрос учителя: «Какие экологические проблемы препятствуют устойчивому развитию общества?». В течение 1-2 минут диалога (ученики-учитель) была предложена структура подготовки и изложения материала во время УМШ и работы над кейсом (см. Схему 1).

Проблемы:

- Экологические причины, приводящие к нарушению устойчивого развития;
- Последствия потребительской, необдуманной деятельности человека;
- Экологические проблемы, в т.ч. в Санкт-Петербурге, поиск и их решения;
- Инновационные подходы для сохранения устойчивого развития общества.

КЕЙС-ТЕХНОЛОГИЯ

Кейс-технологии - технологии анализа конкретных ситуаций, в основе которых лежит имитационное моделирование.

Впервые работы над кейсами в рамках учебного процесса были реализованы в Гарвардской школе бизнеса в 1908 г. В ведущих школах Западной Европы кейсы стали активно использоваться в 60-е годы 20 столетия; в России – последние 10-15 лет.

Кейсовые технологии способствуют проблемно-ситуационному обучению, позволяют обучающимся понять зачем и в какой ситуации, в решении какой проблемы необходим тот или иной учебный материал, как применять его в конкретной практической деятельности.

Кейс представляет собой описание конкретной реальной ситуации, предназначенной для обучения учащихся анализу разных видов информации, ее обобщению, навыкам формулирования проблемы и выработки возможных вариантов ее решения в соответствии с установленными критериями. Кейсовая технология (метод) обучения – это обучение действием. Стержневой основой кейс-метода является усвоение знаний и формирование УУД. В результате активной самостоятельной деятельности учащихся по разрешению противоречий происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Преимуществом кейсов является возможность оптимально сочетать теорию и практику, что представляется достаточно важным при подготовке специалиста. Метод кейсов способствует развитию умения анализировать и структурировать материал, оценивать альтернативы, выбирать оптимальный вариант и планировать его осуществление. И если в течение учебного цикла такой подход применяется многократно, то у обучающегося вырабатывается устойчивый навык решения практических задач.

Кейс-метод опирается на следующие **дидактические принципы**:

- индивидуальный подход к каждому обучающемуся;
- обеспечение достаточным количеством наглядного материала;
- концентрация на ключевых положениях, а не на большом объеме материала;
- формирование у обучающихся умений работать в большом информационном поле;
- предоставление ученикам права выбора темы, плана работы;
- учитель-наставник, помощник, умеющий отметить положительные моменты в деятельности ребят.

Этапы создания кейсов:

- Формирование дидактических целей кейса.
- Определение проблемной ситуации.
- Построение программной карты кейса, состоящей из основных тезисов, которые необходимо воплотить в тексте.
- Построение или выбор модели ситуации.
- Выбор жанра кейса.
- Написание текста кейса.
- Диагностика правильности и эффективности кейса.
- Подготовка окончательного варианта кейса.
- Подготовка методических рекомендаций по использованию кейса.

Этапы организации учебного процесса:

- Подготовительный (определение места кейса в учебном курсе; поиск источника; создание макета кейса; описание хода занятия)
- Ознакомительный (вовлечение учащихся в анализ реальной ситуации, выбор оптимальной формы преподнесения материала для ознакомления)
- Аналитический (обсуждение ситуации в группах или индивидуальное изучение проблемы учащимися; подготовка решения)
- Итоговый (Основная задача этого этапа – представить и обосновать решение по кейсу)

Требования к созданию проблемных ситуаций:

- учебная проблема должна быть связана с изучаемым материалом естественным путем;
- проблемы должны представлять познавательную трудность;
- проблемный вопрос обязательно должен показывать учащимся недостаточность имеющихся знаний, побуждать высказывать новые идеи;
- проблемные вопросы должны опираться на прежний опыт и знания учащихся;
- основным своим содержанием проблема должна давать направление познавательному поиску, указывать направление путей ее решения.

Чем отличается кейс от проблемной ситуации? Кейс не предлагает обучающимся проблему в открытом виде, а участникам образовательного процесса предстоит вычлнить ее из той информации, которая содержится в описании кейса.

Технология работы с кейсом в учебном процессе сравнительно проста и включает в себя следующие этапы:

- индивидуальная самостоятельная работы обучаемых с материалами кейса (идентификация проблемы, формулирование ключевых альтернатив, предложение решения или рекомендуемого действия);
- работа в малых группах по согласованию видения ключевой проблемы и ее решений;
- презентация и экспертиза результатов малых групп на общей дискуссии (в рамках учебной группы).

Организация работы учащихся на основе кейс- технологии

Для проведения анализа конкретной ситуации работа с материалами кейса зависит от их объема, сложности проблематики и степени осведомленности обучаемых с данной информацией.

Возможны следующие альтернативные варианты:

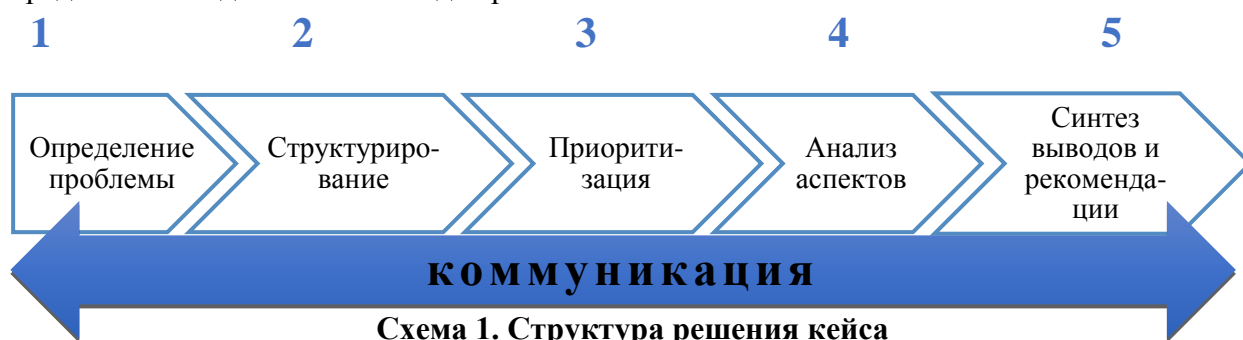
- обучаемые изучают материалы кейса заранее, также знакомятся с рекомендованной преподавателем литературой, часть заданий по работе с кейсом выполняются дома индивидуально каждым;
- обучаемые знакомятся заранее только с материалами кейса, часть заданий по работе с кейсом выполняется дома индивидуально каждым;
- обучаемые получают кейс непосредственно на занятии и работают с ним. Данный вариант подходит для небольших по объему кейсов, примерно на 1 страницу, иллюстрирующих какие-либо теории, концепции, учебное содержание, и могут быть использованы в начале занятия с целью активизации мышления обучаемых, повышения их мотивации к изучаемой тематике.

Возможно использование кейса в дистанционном обучении.

Технологическая схема создания кейса:

1. Определение того раздела учебной программы, которому посвящена ситуация, описывающая проблему.
2. Формулирование образовательных целей и задач, решаемых в процессе работы над кейсом.
3. Определение проблемы ситуации и создание обобщенной модели (обратить внимание, что вид ситуации надо выбрать: жизненная, учебная, научная).
4. Поиск аналога обобщенной модели ситуации в реальной жизни, образовании или науке.
5. Определение источников и методов сбора информации.
6. Выбор техник работы с данным кейсом.
7. Определение желаемого результата по работе обучаемых с данным кейсом (составление листа оценки).
8. Создание заданной модели.
9. Апробация в процессе обучения.

Таким образом, выбор данной технологии объясняется тем, что кейсы способствуют развитию у учеников самостоятельности и ответственности, способности ставить задачи, анализировать, обобщать, структурировать материал, искать способ решения проблемы, опираясь и развивая свой собственный опыт познания. Разработчики предлагают следовать 5 шагам для решения кейса.



Сотрудничество учителя и учеников активизирует определение и раскрытие проблемы, задач, формирование критериев для будущей самостоятельной деятельности ребят, самооценки успешности и результативности своей деятельности. Структура кейса позволяет решить ряд задач: мотивационную (чем интересуется ученик, какие виды деятельности ему ближе), когнитивную (анализ, осмысление, выявление причинно-следственных связей, мировоззрение четкая интерпретация выводов), практическую (предложение действует для решения проблемы, задачи), коммуникативную (работа в команде). Формы выполнения поставленной цели, задач могут быть групповые, парные и индивидуальные.

Перечисленное стимулирует самообразование, рефлекссию и дальнейшую деятельность обучающихся самостоятельно, в сотрудничестве друг с другом, и с учителем-наставником.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УРОКА ПО ТЕМЕ: «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

Цель урока: помочь ученикам осознать, что проблемы, препятствующие сохранению устойчивого развития общества, требуют особого внимания и ответственности, активного их решения.

Этап	Учитель	Ученик	Предполагаемые результаты. Развитие УУД:
Подготовительный	<p>Мотивирует учащихся на изучение проблем устойчивого развития общества через проблемные вопросы. Например, Какие экологические проблемы приводят к нарушению устойчивого развития общества? Анализ, пути решения. Выбор учениками наиболее интересной для них проблемы.</p>	<p>Ученики указывают проблемы: состояние и защита атмосферного воздуха; воды, почвы, - твердые бытовые отходы, их удаление - радиоактивные отходы, их удаление; - уничтожение леса</p>	<p>- познавательные - коммуникативные</p>
Проблемно-деятельностный	<p>Объясняет механизм реализации поставленных задач через технологию «Мозговой штурм». Работа в группах.</p>	<p>Ребята работают в группе, анализируют предлагаемый им материал, структурируют его, выделяют основные компоненты предметного и метапредметного содержания.</p>	<p>- познавательные - личностные - регулятивные - коммуникативные</p>
Обобщающий	<p>Способствует созданию творческой обстановки, доброжелательного микроклимата. помогает ученикам формировать выводы, предложения по проблемам охраняемых</p>	<p>Выводы учеников: проблема устойчивого развития общества требует углубленной проработки материала. Это в свою очередь связано с изучением дополнительной литературы по вопросам охраны окружающей среды</p>	<p>- познавательные - личностные - регулятивные - коммуникативные</p>

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УРОЧНО-ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ТЕМЕ: «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

Этапы внеурочной деятельности	Деятельность учителя	Деятельность ученика	Предполагаемые результаты Формирование УУД:
Подготовительный	<p>Актуализирует знания обучающихся, связанные с устойчивым развитием общества.</p> <p>Стимулирует мотивацию познания, атмосферу взаимопомощи.</p> <p>Определяет проблему, задачи совместно с учениками. Акцентирует внимание учащихся на том, что задачи, поставленные ими, должны быть ориентированы на действие.</p>	<p>Работают в команде.</p> <p>Участвуют в обсуждении проблемы, формируют задачи.</p>	<p>Познавательные</p> <p>Личностные.</p> <p>Коммуникативные.</p>
<p>Проблемно-деятельностный этап.</p> <p>Содержательные линии:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ загрязнение атмосферного воздуха. проблемы, поиск решений ▪ загрязнение водоёмов. Очистка сточных вод. проблемы, поиск решений ▪ загрязнение почвы. проблемы, поиск решений ▪ твердые бытовые отходы(ТБО). проблемы, поиск решений. ▪ радиоактивные отходы. проблемы, поиск решений. 	<p>Оказывает помощь в структурировании, актуализации проблем</p> <hr/> <p>Помогает приоритизации, т.е. расставлению приоритетов.</p> <hr/> <p>Акцентирует внимание учащихся на том, что личность человека, уровень его компетентности влияют</p>	<p>Знакомятся с предлагаемым им материалом, структурируют его, ориентируясь на выбор тех данных, которые важны для анализа и решения проблемы.</p> <hr/> <p>Работают в команде, выбирают материал, который важен для осмысления и решения проблемы.</p> <p>Делят проблему на ряд аспектов.</p> <hr/> <p>Работают в команде, выбирают материал, который важен для</p>	<p>Познавательные</p> <p>Личностные.</p> <p>Регулятивные.</p> <p>Коммуникативные.</p> <p>Достижение личностных и метапредметных результатов.</p>

	на решение вопросов устойчивого развития цивилизации	осмысления и решения проблемы, повышения уровня компетентности человека. Делят проблему на ряд аспектов.	
Обобщающий, рефлексивный	Создает атмосферу творчества, понимания значимости деятельности ребят, самоанализ.	<p>Делают выводы и определяют способы решения задач и проблем.</p> <p>Обсуждают и оценивают результаты своей деятельности в команде и влияние этой деятельности на их экологическое мировоззрение, культуру.</p> <p>Акцентируют внимание на инновационных подходах к решению проблем устойчивого развития.</p>	Достижение личностных и метапредметных результатов.
Общественная аттестация	Обсуждение, подготовка к конференции	Подготовка отчета о работе, презентации.	

Раздаточный материал. ГРУППА №1

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

Атмосфера (от греческого *atmos*-пар, *sphaira*-шар) – газовая оболочка Земли, связанная с ней силой тяжести, принимающая участие в суточном и годовом её вращении.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

- работа тепловых электростанций;
- выхлопы современных турбореактивных самолетов оксидов азота и газообразных фторуглеродных аэрозолей;
- производственная деятельность, наибольшее загрязнение атмосферы (по объему выбросов) происходит в результате деятельности предприятий энергетики 27,7%, черной 15,1% и цветной металлургии 20,4%, общих выбросов промышленностью России;
- загрязнение взвешенными частицами (при сжигании мусора и др.);
- сжигание топлива в котлах и двигателях транспортных средств. Из года в год растет загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта;
- вентиляционные выбросы (шахтные стволы); вентиляционные выбросы из помещений с установками высоких энергий (ускорители, атомные реакторы); аварии.

Антропогенные источники делятся на транспортные, производственные и бытовые. Из естественных и антропогенных источников в атмосферу (поступают сотни миллионов тонн аэрозолей.

ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Диоксид серы, или сернистый ангидрид (сернистый газ)

Сера попадает в атмосферу в результате многих природных процессов, в том числе испарения брызг морской воды, развеивания серосодержащих почв в аридных районах, эмиссии газов при извержениях вулканов и выделения биогенного сероводорода (H_2S).

Наиболее широко распространенное соединение серы - сернистый ангидрид (SO_2) - бесцветный газ, образующийся при сгорании серосодержащих видов топлива (в первую очередь угля и тяжелых фракций нефти), а также при разных производственных процессах, например, плавке сульфидных руд. Ежегодное поступление сернистого ангидрида в атмосферу составляет около 150 млн.т. В отличие от углекислого газа / сернистый ангидрид - нестойкое химическое соединение («короткоживущий» газ - 4-5 суток). Под воздействием коротковолновой радиации и водяного пара сернистый

ангидрид превращается в сернистую и серную кислоту, которые соединяясь с капельками воды, образуют кислотные дожди. Сегодня азотно-сернокислотные осадки выпадают на значительной территории РФ и связывают их с деятельностью черной и цветной металлургии, предприятий по переработке сернистого газового конденсата, добычей и переработкой полезных ископаемых, выхлопными газами автомобильного транспорта. Пространство зоны выпадения осадков с рН 4-5 расположено на северо-западе РФ, Предуралья, западных и центральных районах Воронежской, Ростовской, Волгоградской областей, акватории Финского залива и Ладожского озера.

Сернистый газ особенно вреден для деревьев, он приводит к пожелтению или обесцвечиванию листьев и карликовости. У человека этот газ раздражает верхние дыхательные пути, так как легко растворяется в слизи гортани и трахеи. Сам по себе этот газ не наносит существенного ущерба здоровью населения, но в атмосфере реагирует с водяным паром с образованием вторичного загрязнителя - серной кислоты (H_2SO_4). Капли кислоты переносятся на значительные расстояния и, попадая в легкие, сильно их раздражают.

Оксид углерод или угарный газ

Очень ядовитый газ без цвета, запаха и вкуса. Он образуется при неполном сгорании древесины, ископаемого топлива и табака, при сжигании твердых отходов и частичном анаэробном разложении органики. Примерно 50% угарного газа образуется в связи с деятельностью человека, в основном в результате работы двигателей внутреннего сгорания автомобилей.

В закрытом помещении, наполненном угарным газом, снижается способность гемоглобина эритроцитов переносить кислород, из-за чего у человека замедляются реакции, ослабляется восприятие, появляются головная боль, сонливость, тошнота. Под воздействием большого количества угарного газа может произойти обморок, случиться кома и даже наступить смерть.

Аэрозоли

В целом за год в атмосферу Земли поступает около 100 млн. т аэрозолей антропогенного происхождения. Это примерно в 100 раз меньше, чем количество аэрозолей естественного происхождения - вулканических пеплов, развеваемой ветром пыли и брызг морской воды. Примерно 50% частиц антропогенного происхождения выбрасывается в воздух из-за неполного сгорания топлива на транспорте, заводах, фабриках и тепловых электростанциях. По данным Всемирной организации здравоохранения, 70% населения, живущего в городах развивающихся стран, дышит сильно загрязненным воздухом, содержащим множество аэрозолей.

Нередко аэрозоли бывают самой явной формой загрязнения воздуха, так как они сокращают дальность видимости и оставляют грязные следы на окрашенных поверхностях, тканях, растительности и прочих предметах. Предполагается, что частицы размером менее 10 мкм наиболее опасны для здоровья человека; они настолько малы, что проникают через защитные барьеры организма в легкие, повреждая ткани дыхательных органов и способствуя развитию хронических заболеваний дыхательной системы и рака.

Летучие органические соединения (ЛОС) - это ядовитые пары в атмосфере. Они являются источником множества проблем, в том числе мутаций, нарушений дыхания и раковых заболеваний, и, кроме того, играют главную роль при образовании фотохимических окислителей.

Наиболее крупным природным источником ЛОС являются растения, ежегодно выделяющие примерно 350 млн. т изопрена (C_5H_8) и 450 млн. т терпенов ($C_{10}H_{16}$). Другое ЛОС - газ метан (CH_4), образующийся в сильно увлажненных местностях (например, на болотах или рисовых плантациях), а также продуцируемый бактериями в желудках термитов и жвачных животных. В атмосфере ЛОС обычно окисляются до оксидов углерода — угарного (CO) и углекислого (CO_2) газа.

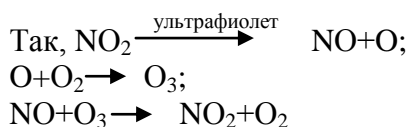
Кроме того, антропогенные источники выбрасывают в атмосферу множество ядовитых синтетических органических веществ, например, бензол, хлороформ, формальдегид, фенолы, толуол. Основная часть этих соединений поступает в воздух при неполном сгорании углеводородов автомобильного топлива, на теплоэлектростанциях, химических и нефтеперегонных заводах.

Диоксид азота

Оксид (NO) и диоксид (NO₂) азота образуются при сгорании топлива при очень высоких температурах (выше 650° C) и избытке кислорода. Кроме того, эти вещества выделяются при окислении бактериями азотсодержащих соединений в воде или почве. В дальнейшем в атмосфере оксид азота окисляется до газообразного диоксида красноватого цвета, который хорошо заметен в атмосфере большинства крупных городов. Основными источниками диоксида азота в городах являются выхлопные газы автомобилей и выбросы теплоэлектростанций. Кроме того, диоксид азота образуется при сжигании твердых отходов, так как этот процесс происходит при высоких температурах горения.

В значительных концентрациях диоксид азота имеет резкий сладковатый запах. В отличие от сернистого ангидрида, он раздражает нижний отдел дыхательной системы, особенно легочную ткань, ухудшая тем самым состояние людей, страдающих астмой, хроническими бронхитами и эмфиземой легких. Диоксид азота повышает предрасположенность к острым респираторным заболеваниям, например, пневмонии.

Известно еще одно свойство двуокиси азота. Оксиды азота обладают способностью соединяться в присутствии солнечного света с углеводородами, образуя более токсичные вещества.



В присутствии солнечного света, выделяющийся из двуокиси азота атомарный кислород, соединяясь с молекулярным образует озон. Кроме того, атомарный кислород вступает в реакцию с углеводородами, в результате чего образуются формальдегид, альдегиды, кетоны, пероксиацетиловые нитраты (PAN), органические перекиси, свободные радикалы. Перечисленные вещества являются причиной фотохимического смога.

К химическим загрязнениям относят также загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами, углеводородами, в т.ч. бензапиреном, радиоактивными изотопами.

Природа загрязнений может быть физической. К таким загрязнениям относятся твердые частицы (пыль), радиоактивное излучение и изотопы, различные виды электромагнитных волн, громкие звуки и низкочастотные колебания, а также выбросы тепла.

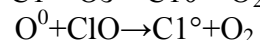
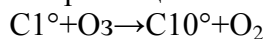
Биологическое загрязнение имеет, в основном, микробную природу. Это, прежде всего, споры бактерий и грибов, вирусы, а также продукты жизнедеятельности живых организмов.

РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

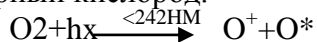
Предполагают, что загрязнение атмосферы оксидами серы, углерода, азота, хлорфторуглеродами (фреонами), тяжелыми металлами представляет опасность для атмосферного озона. Особую опасность представляют фреоны. В нижних слоях атмосферы они неактивны. В верхних слоях ультрафиолетовые лучи разрушают их химические связи, что приводит к выделению хлора, который при столкновении с молекулой озона «вышибает» из нее один атом. Таким образом озон превращается в кислород, а хлор продолжает разрушать озон, да не одну молекулу. Если учесть, что различные виды фреонов могут существовать в тропосфере 75-100 лет, нетрудно себе

представить, даже незначительное их количество может устойчиво и длительно влиять на процессы образования и разрушения озонового слоя.

Хлорный цикл

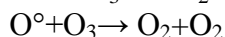
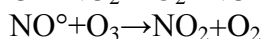
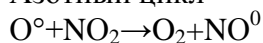


Итак, в процессе фотодиссоциации молекулярного кислорода распадается на атомарный кислород.

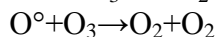
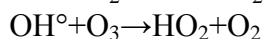
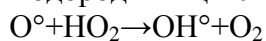


При взаимодействии атомарного и молекулярного кислорода присутствии азота, водорода, хлора скорость реакции значительно увеличивается.

Азотный цикл



Водородный цикл



Впервые озоновая дыра была обнаружена над Антарктидой. Это объясняется тем, что солнце над Антарктидой появляется ранней весной (в нашем полушарии в это время осенью), солнечный свет высвобождает хлор, водород, азот, накопившиеся в зимнее время в тропосфере и нижней стратосфере, что в свою очередь приводит к разрушению озонового слоя.

Таким образом причиной «озоновых дыр» являются антропогенное загрязнение атмосферы, выбросы фторхлорпроизводных углеводородов. Первооткрывателем этого процесса является Джозеф Форман.

Следует отметить, что наблюдение за состоянием озонового слоя проводилось в СССР с 1960 года на станции в районе Иркутска. Сегодня сокращение количества озона в стратосфере в РФ достигло в среднем около 3%.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

САНИТАРНЫЙ НАДЗОР И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХРАНОЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.

Согласно ст.23 Закона «Об охране атмосферного воздуха» и ст.68-72 Закона «Об охране окружающей природной среды»¹ Правительство РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления организуют государственный мониторинг в целях:

- наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха;
- комплексной оценки и прогноза его состояния;
- обеспечения соответствующих органов текущей и экстренной информацией о состоянии атмосферы.

Государственный мониторинг атмосферного воздуха является составной частью государственного мониторинга окружающей природной среды. Он осуществляется специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областей, его территориальными органами, такими как санэпиднадзор и другими органами исполнительной власти в пределах своей компетенции в порядке, установленном Правительством РФ.

Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха должен обеспечить соблюдение:

- нормативов, стандартов, правил и иных требований охраны атмосферы;
- требований, предъявляемых к предприятиям, проводящим производственный контроль;
- условий, установленных разрешениями на выбросы загрязняющих веществ;
- правил расположения и режима санитарно-защитных зон объектов, имеющих стационарные источники выбросов токсических веществ;
- выполнения федеральных целевых программ охраны атмосферного воздуха, программ субъектов РФ;
- иных требований законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха.

Наблюдение за состоянием атмосферного воздуха по химическим, физическим, биологическим показателям осуществляется ОГОНК (Общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения природной среды).

¹ Принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года. Одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года, с изменениями на 29 декабря 2015г.
(<http://docs.cntd.ru/document/901808297>)

Задачи ОГОНК:

- изучение распространения загрязняющих веществ во времени пространстве;
 - определение эффективности средств защиты атмосферного воздуха;
 - сбор систематический и экстренной информации об охране загрязнения воздушного бассейна;
 - прогноз о возможном изменении состояния атмосферного воздуха под воздействием антропогенных факторов;
 - снабжение компетентных и заинтересованных органов и организаций материалами для составления годовых и перспективных планов охраны атмосферы;
 - информирование Правительства РФ, исполнительных органов, субъектов РФ, местной администрации в случае возникновения угрозы здоровья людей.
-

В Законе «Об охране атмосферного воздуха» предусматриваются требования об установлении нормативов предельно допустимых концентраций и предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Нормативы ПДВ устанавливаются для каждого стационарного источника загрязнения, для каждой модели транспортных и других передвижных средств и установок. Они определяются с таким расчетом, чтобы совокупные вредные выбросы от всех источников загрязнения в данной местности не превышали нормативов ПДК загрязняющих веществ в воздухе. ПДВ устанавливаются только с учетом ПДК.

НОРМАТИВЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Особенностью нормирования качества атмосферного воздуха является зависимость воздействия загрязняющих веществ, присутствующих в воздухе, на здоровье населения не только от значения их концентраций, но и от продолжительности временного интервала, в течение которого человек дышит данным воздухом.

Поэтому в Российской Федерации, как и во всем мире, для загрязняющих веществ, как правило, установлены 2 норматива:

- норматив, рассчитанный на короткий период воздействия загрязняющих веществ. Данный норматив называется «предельно допустимые максимально-разовые концентрации».
- норматив, рассчитанный на более продолжительный период воздействия (8 часов, сутки, по некоторым веществам год). В Российской Федерации данный норматив устанавливается для 24 часов и называется «предельно допустимые среднесуточные концентрации».

ПДК- предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни. ПДК – утвержденный в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Величины ПДК приведены в мг/м³. Концентрации веществ, определяемые в одной и той же точке, с различной степенью осреднения по времени отбора проб, могут иметь существенные различия. Поэтому ПДК используются с указанием степени осреднения по времени: мгновенная, среднесуточная, среднемесячная, годовая.

ПДК_{МР}– предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20-30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК_{СС}– предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

Таблица 7.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ				
N	Вещество	Класс опасности	ПДК_{МР}, мг/м³	ПДК_{СС}, мг/м³
1	Оксид углерода	4	5	3
2	Диоксид азота	2	0,2	0,04
3	Оксид азота	3	0,4	0,06
4	Углеводороды суммарные	-	-	-
5	Метан	-	50	-
6	Диоксид серы	3	0,5	0,05
7	Аммиак	4	0,2	0,04
8	Сероводород	2	0,008	-
9	Озон	1	0,16	0,03
10	Формальдегид	2	0,05	0,01
11	Фенол	2	0,01	0,006
12	Бензол	2	0,3	0,1
13	Толуол	3	0,6	-
14	Параксиллол	3	0,3	-
15	Стирол	2	0,04	0,002
16	Этилбензол	3	0,02	-
17	Нафталин	4	0,007	-
18	PM₁₀		0,3	0,06
19	PM_{2,5}		0,16	0,035

Критерии качества атмосферного воздуха в ЕС – уровень, установленный на основе научных знаний, с целью исключения, предотвращения или сокращения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду в целом. В случае превышения установленных критериев качества атмосферного воздуха по каждому загрязняющему веществу он должен быть достигнут в течение заданного периода времени, после чего он не может быть превышен.

Стандарты качества воздуха ВОЗ – в основе требований ВОЗ лежит охрана здоровья человека. Различные периоды усреднения отражают потенциальное воздействие загрязнителей на здоровье человека; загрязнители, на которые установлены нормативы с краткосрочным базисным периодом, оказывают быстрое воздействие на состояние здоровья, а те из них, которые имеют долговременный (годовой) отчетный период, связаны с хроническим вредным воздействием. В целях охраны здоровья ни один из стандартов не должен быть превышен. Чем выше концентрация, тем более ограниченным должен быть период воздействия на объект. Напротив, при более низкой концентрации загрязняющего вещества период воздействия может продлеваться.

Класс опасности - показатель, характеризующий степень опасности для человека веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Вещества делятся на следующие классы опасности:

- **1 класс** - чрезвычайно опасные;
- **2 класс** - высоко опасные;
- **3 класс** - опасные;
- **4 класс** - умеренно опасные.

Разработка ПДК основывается на лимитирующем показателе вредности загрязняющего вещества. Лимитирующий (определяющий) показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.) и резорбтивное (рез.). Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК (ПДК_{мр}). Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК (ПДК).

СИ - стандартный индекс – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК; она определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год (в соответствии с РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы).

НП - наибольшая повторяемость (%) превышения ПДК по данным наблюдений на одном посту (за одной примесью) или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год (в соответствии с РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы).

ИЗА - комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ в долях ПДК (в соответствии с РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы).

ПРАВОВЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ВОЗДУХА

Правовые меры защиты воздуха включают:

- санитарный надзор и государственный контроль за охраной атмосферного воздуха;
- деятельность государственной инспекции;
- ограничение деятельности предприятий и прекращение выбросов;
- установление санитарно-защитных зон;
- экологически правильное размещение промышленных объектов;
- очистка газопылевых выбросов;
- мероприятия по снижению выбросов автотранспорта: градостроительные мероприятия, направленные на снижение концентрации выхлопных газов в зоне пребывания человека;
- разработку новых технологий;
- правовую охрану озонового слоя Земли;
- административную, уголовную, гражданско-правовую ответственность;
- иные мероприятия, предусмотренные Законом «Об охране атмосферного воздуха». Закон «Об охране атмосферного воздуха» 1982 г. обобщил требования и правила, регулирующие общественные отношения в этой области.

Цели регулирования:

- сохранение в чистоте и улучшение состояния атмосферного воздуха;
- предотвращение и снижение вредных химических, биологических и иных воздействий на атмосферу, приводящих к неблагоприятным последствиям для человека, растительного и животного мира;
- укрепление законности и правопорядка в области охраны атмосферного воздуха.

В соответствии с этим законом разработаны законодательные акты РФ и субъектов РФ. К компетенции Федерации, в частности относятся:

- определение общих мероприятий в области охраны атмосферного воздуха;
- установление основных положений в области охраны атмосферного воздуха;
- установление стандартов и нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воздухе;
- установление единой системы государственного учета вредных воздействий на воздух;
- государственный контроль за охраной атмосферного воздуха и установление порядка его осуществления.

Государственное управление в области охраны атмосферного воздуха осуществляются согласно законодательству исполнительными органами государственной власти и специально уполномоченными на то государственными органами.

За соблюдением гигиенических нормативов следят органы государственного санитарного надзора Министерства здравоохранения, Государственный комитет по экологии и специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды.

Санитарно-эпидемиологическая служба осуществляет надзор за новым строительством и реконструкцией промышленных объектов, проектированием и строительством газопылеочистительных сооружений на действующих предприятиях, а также проверку проектных институтов и надзор за изменением технологического профиля предприятий. Органы этой службы вправе запретить эксплуатацию действующих предприятий, цехов и отдельных установок при отсутствии сооружений, очищающих и обеззараживающих выбросы.

АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Состояние загрязнения воздушного бассейна города зависит не только от количества выбросов загрязняющих веществ и их химического состава, но и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. В целом климатические условия Санкт-Петербурга, влияющие на уровень загрязнения воздуха, несколько более благоприятны, чем в среднем по городам России (морской климат и благоприятные условия для рассеивания выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта).

Согласно розе ветров, за год город чаще продувается ветрами юго-западных (21%) и западных направлений (23%).

Роль и значимость атмосферного давления

Самым неблагоприятным для экологического состояния воздушного бассейна над городом является установление на продолжительное время высокого атмосферного давления, особенно центральных и западных частей его очагов (антициклонов, ядер, гребней, перемычек высокого давления). Как правило, им сопутствует целый комплекс атмосферных явлений, препятствующих рассеиванию вредных примесей и свободному воздухообмену: слабый ветер, инверсии, дымки, туманы. Кроме того, в этих зонах высокого атмосферного давления в летний период формируется повышенный температурный режим, который, как катализатор, инициирует в атмосфере дополнительные химические реакции загрязняющих веществ. С повышенным атмосферным давлением обычно связан также дефицит увлажнения. Характерный антициклонический тип солнечной погоды может стать причиной возникновения фотохимического смога при достаточно большом объеме выхлопных газов автомобилей.

Как известно, отличительной особенностью режима атмосферного давления в Санкт-Петербурге является большая изменчивость во времени с широким диапазоном изменения (особенно в осенне-зимний период), обусловленная интенсивной

циклонической деятельностью. В целом преобладающий в течение всего года (кроме летних месяцев) западный перенос воздушных масс и циклонических образований является для Санкт-Петербурга естественным природным фактором, смягчающим загрязнение воздушного бассейна и препятствующим накоплению вредных примесей в атмосфере от многочисленных местных промышленных и транспортных источников. Однако он же может стать причиной дополнительного трансграничного переноса в городскую зону загрязняющих веществ.

Температура

Типичная для Санкт-Петербурга частая смена воздушных масс различного происхождения обычно обуславливает большую изменчивость погоды и, соответственно, значительные колебания температуры, т. е. ощутимые отклонения от нормы.

Повышение температуры наружного воздуха в Санкт-Петербурге всегда ведет к увеличению его загрязнения. Этому способствует, особенно в летний сезон, рост числа источников загрязнения (техногенных и природных), а также увеличение вредных и опасных ингредиентов. При высоких положительных значениях температуры наружного воздуха и жаркой погоде (от 25 °С и выше) возникают новые химические реакции между загрязняющими воздух веществами. Таким образом, появляются дополнительные производные от постоянных загрязняющих химических веществ; при этом нередко возрастает экологический риск для здоровья.

Осадки

Количество, интенсивность, продолжительность и частота выпадения осадков могут изменять состав, количество и концентрацию атмосферных примесей в широких пределах.

Основное позитивное воздействие осадков на экологическое состояние воздушного бассейна города проявляется, как известно, в «вымывании» вредных примесей в воздухе и снижении их концентраций. Однако при этом имеет место выпадение «кислотных» дождей, оказывающих вредное воздействие на растительность и почву.

Туманы и дымки

При возникновении тумана и близкой ему по физической природе дымки происходит поглощение составляющими их каплями воды вредных примесей, выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом. Эти примеси вместе с каплями остаются в приземном слое воздуха и могут при продолжительном воздействии оказывать вредное влияние на здоровье человека. Особенно опасны расположенные над туманом факелы выбросов, которые при слабом ветре и штилевой погоде опускаются непосредственно в приземный слой воздуха. Экологическая ситуация может еще более ухудшаться при наличии инверсий температуры. Поэтому в нижнем слое воздуха при возникновении туманов концентрация вредных веществ значительно увеличивается. Кроме того, происходит качественное изменение состава примесей. Например, растворение в каплях тумана наиболее распространенного загрязнителя воздуха - сернистого газа - приводит к образованию аэрозоля сернистой кислоты и частичному окислению его в более токсичную серную кислоту. Конечно, в каждом конкретном случае играют роль не только параметры тумана и других сопутствующих метеорологических факторов (инверсий, штилей, слабого ветра), но и объемы, продолжительность, состав и концентрация самих выбросов.

Если уменьшение количества дней с туманами оказывается меньше нормы, то это способствует сокращению периодов и продолжительности накопления вредных примесей и возникновению повышенного загрязнения в приземном слое атмосферного воздуха.

Контроль за состоянием атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге

Оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга проводится на основании данных, полученных от Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха (далее АСМ). Для оценки качества и уровня загрязнения атмосферного воздуха используются действующие на территории РФ гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Контроль состояния атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга осуществляется Управлением в рамках социально-гигиенического мониторинга, контрольно-надзорных мероприятий, а также внебюджетной деятельности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург».

Отбор проб атмосферного воздуха проводится Аккредитованным испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» еженедельно на 32 маршрутных постах с определением 15 загрязняющих веществ и 14 стационарных постах на 14 загрязняющих веществ.

Контрольные точки расположены во всех районах города на селитебной территории и зонах отдыха, в том числе в зонах возможного влияния промышленных предприятий и автомагистралей, для оценки состояния атмосферного воздуха непосредственно в местах проживания и отдыха населения.

Перечень анализируемых показателей включает:

– на максимальные разовые концентрации - 15 загрязняющих веществ: азота диоксид, аммиак, бензол, взвешенные вещества, гидроксibenзол (фенол), гидрохлорид (хлористый водород), диметилбензол (смесь изомеров) (ксилол), марганец и его соединения, метилбензол (толуол), пропан-2-он (ацетон), свинец и его неорганические соединения, сера диоксид, углерода оксид, формальдегид, этилбензол;

– на среднесуточные концентрации - 14 загрязняющих веществ: азота диоксид, аммиак, бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, гидроксibenзол (фенол), гидрохлорид (хлористый водород), кадмий оксид, марганец и его соединения, медь оксид, свинец и его неорганические соединения, сера диоксид, углерода оксид, формальдегид.

Предложения лиценстов:

- Анализ инновационной деятельности по очистке атмосферного воздуха свидетельствует, что в настоящее время активно внедряются нанотехнологии в различные сферы деятельности. Например, «Зеленые технологии», использование нанотрубок для хранения углекислого газа.
- Почти 99% современных ученых согласны с тем, что повышение уровня концентрации углекислого газа в атмосфере вызовет серьезные проблемы в течение ближайших 100 лет. Все ископаемые виды топлива выделяют углекислый газ при сгорании. Поэтому если мы будем продолжать сжигать нефть, газ и уголь, то должны придумать способы снижения уровня углекислого газа в атмосфере. Многие компании разрабатывают варианты сохранения углекислого газа в подземных резервуарах, океане или в составе производных веществ, например, карбонате кальция. Проблема в том, что для снижения содержания углекислого газа в атмосфере такими методами придется в течение 100 лет хоронить десятки гигатонн углекислого газа.
- Мы видим выход в использовании нанотехнологий в очистке воздуха, применении нанотрубок, например, для хранения углекислого газа.

«Зелёные нанотехнологии»

- «Зеленые» нанотехнологии — это технологии, в которых используются безопасные для окружающей среды химические и технологические процессы.
- Нанотехнологии способны изменить производственные процессы двумя способами. Во-первых, за счет быстрого сокращения отходов производства и повышения его эффективности. Во-вторых, за счет использования наноматериалов в качестве катализаторов, которые повысят эффективность производственных процессов и позволят избавиться от токсичных и грязных материалов, а также конечных продуктов, которые поступают в атмосферный воздух.

Раздаточный материал. ГРУППА №2

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЁМОВ. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

Вода - ценнейший природный ресурс. Исключающую роль воды в процессах жизнедеятельности человека, флоры и фауны трудно переоценить. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека, всех растений и животных. Для многих живых существ она служит средой обитания.

Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, значительное расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой.

Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300-3500 км³. При этом 70% всего водопотребления используется в сельском хозяйстве. Много воды потребляют химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия. Развитие энергетики также приводит к резкому увеличению потребности в воде. Значительное количество воды расходуется для потребностей отрасли животноводства. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых, промышленных нужд возвращается в реки в виде сточных вод. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление воды.

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, что делает воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения.



Основными источниками загрязнения и засорения водоемов является:

- недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов;
- отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов;
- сбросы водного и железнодорожного транспорта;
- отходы первичной обработки льна, пестициды и т.д.

Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды, в частности, появление неприятных запахов, привкусов и т.д.); в изменении химического состава воды, в частности, появление в ней вредных веществ, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов.

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов; их делят на две основные группы.

К первой группе относятся сточные воды содовых, сульфатных, азотно-туковых заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд и т.д., в которых содержатся кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др. Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды.

Сточные воды второй группы сбрасывают нефтеперерабатывающие, нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В стоках содержатся разные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Вредоносное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

В сточных водах обычно около 60% веществ органического происхождения, к этой же категории органических относятся биологические (бактерии, вирусы, грибы, водоросли) загрязнения в коммунально-бытовых, медико-санитарных водах и отходах кожевенных и шерстомойных предприятий.

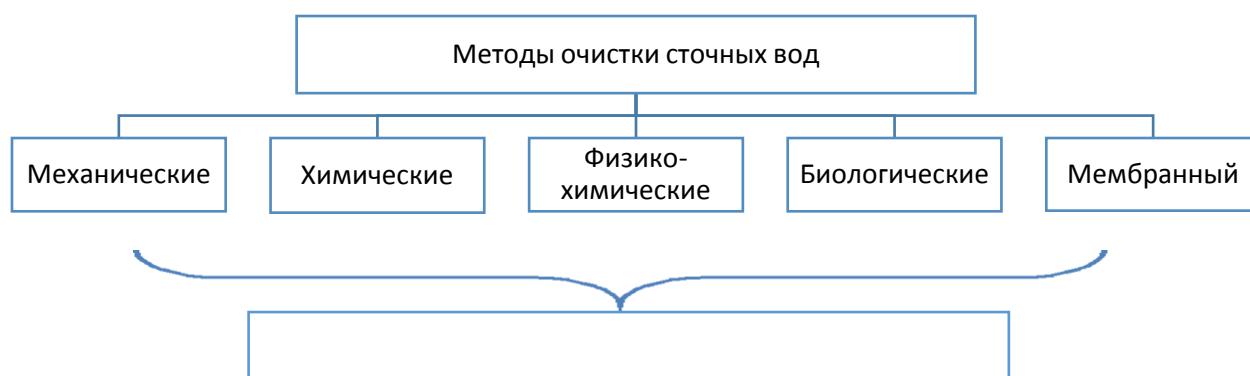
Нагретые сточные воды тепловых ЭС и др. производств причиняют “тепловое загрязнение”, которое угрожает довольно серьезными последствиями: в нагретой воде меньше кислорода, резко изменяется термический режим, что отрицательно влияет на флору и фауну водоемов, при этом возникают благоприятные условия для массового

развития в водохранилищах сине-зеленых водорослей - так называемого “цветения воды” Загрязняются реки и во время сплава, при гидроэнергетическом строительстве, а с началом навигационного периода увеличивается загрязнение судами речного флота.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно- бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения - сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).



Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ.

Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях - электролизерах.

Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Биологическая очистка

Биологическая очистка основана на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов, в растворе и являются для микроорганизмов источником питания, в результате чего и происходит очистка сточных вод от загрязнения.

Очистные сооружения биологической очистки можно разделить на два основных типа:

- сооружения, в которых очистка происходит в условиях, близких к естественным;
- сооружения, в которых очистка происходит в искусственно созданных условиях.

К первому типу относятся сооружения, в которых происходит фильтрование очищаемых сточных вод через почву (поля орошения и поля фильтрации) и сооружения, представляющие собой водоемы (биологические пруды) с проточной водой. В таких сооружениях дыхание микроорганизмов кислородом происходит за счет непосредственного поглощения его из воздуха. В сооружениях второго типа микроорганизмы дышат кислородом главным образом за счет диффундирования его через поверхность воды (реаэрация) или за счет механической аэрации.

В искусственных условиях биологическую очистку применяют в аэротенках, биофильтрах и аэрофильтрах. В этих условиях процесс очистки происходит более интенсивно, так как создаются лучшие условия для развития активной жизнедеятельности микроорганизмов.

Биологически очищенная вода содержит аммонийные азот и фосфор в значительной концентрации. Эти вещества способствуют усиленному развитию водной растительности, последующее непременно отмирание которой приводит к вторичному загрязнению водоема. Азот удаляют физико-химическими и биологическими методами, а фосфор только химическим - осаждением солями железа, алюминия и известью.

Фильтры

Метод фильтрования приобретает все большее значение в связи с повышением требований к качеству очищенной воды. Фильтрование применяют после очистки сточных вод в отстойниках или после биологической очистки. Процесс основан на прилипании грубодисперсных частиц нефти и нефтепродуктов к поверхности фильтрующего материала. Фильтры по виду фильтрующей среды делятся на тканевые или сетчатые, каркасные или намывные, зернистые или мембранные.

Фильтрование через различные сетки и ткани обычно применяют для удаления грубо дисперсных частиц. Более глубокую очистку нефтесодержащей воды можно осуществлять на каркасных фильтрах. Пленочные фильтры очищают воду на молекулярном уровне.

Микрофильтры

Микрофильтры представляют собой фильтровальные аппараты, в качестве фильтрующего элемента использующие металлические сетки, ткани и полимерные материалы. Микрофильтры обычно выпускают в виде вращающихся барабанов, на которых неподвижно закреплены или прижаты к барабану фильтрующие материалы. Барабаны выпускают диаметром 1,5-3 м и устанавливают горизонтально. Очищаемая вода поступает внутрь барабана и фильтруется через фильтр наружу. Микрофильтры широко используют для осветления природных вод.

В промышленности применяют микрофильтры различных конструкций. Процесс фильтрации происходит только за счет разности уровней воды внутри и снаружи барабана. Полотно сетки не закреплено, а лишь охватывает барабан в виде бесконечной ленты, натягиваемой с помощью натяжных роликов.

Микросетки изготовляют из различных материалов: капрона, латуни, никеля, нержавеющей стали, фосфористой бронзы, нейлона и др.

Характеристика задерживаемых частиц зависит от различных параметров (характеристики сточных вод и фильтра, гидродинамических параметров и др.)

При повышенных требованиях к очистке биологически очищенную воду очищают дополнительно. Наиболее широкое распространение в качестве сооружений для дополнительной очистки получили песчаные фильтры, главным образом двух- и многослойные, а также контактные осветлители (микрофильтры применяют реже).

Снижение концентрации трудноокисляемых веществ возможно методом сорбции, например, активированным углем и химическим окислением или путем озонирования. Концентрацию солей можно снижать методами обессоливания.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования, широко используется мембранный метод.

При выборе системы сбора и очистки сточных вод руководствуются следующими основными положениями:

- необходимостью максимального уменьшения количества сточных вод и снижения содержания в них примесей;
- возможностью извлечения из сточных вод примесей и их последующей утилизации;
- повторным использованием сточных вод (исходных и очищенных) в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения.

Внеурочная деятельность. РАБОТА В РЕЖИМЕ CASE-STUDY

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЁМОВ. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Вода относится к числу наиболее важных природных ресурсов, таких, как воздух и энергоносители. Вода необходима для всех форм жизни на Земле. Совокупность всех источников воды на нашей планете — морей, озер, рек, прудов, болот, подземных вод называется гидросферой. Общее количество воды на Земле - 1386 млн. км³. Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза превышает территорию суши. Из общего количества воды на Земле доля пресных вод составляет 2,5%, или 35 млн, км³. Это 8 млн. км³ пресной воды на каждого жителя планеты. Однако большая часть пресной воды труднодоступна. Около 70% пресной воды заключено в ледниковых покровах полярных стран и горных ледниках. Обширные запасы пресной воды находятся в верхней части земной коры; на разной глубине. Это запасы подземных вод. Пресные воды, как правило, находятся на глубине 150-200 м, ниже они становятся солеными водами. Объем подземных пресных вод примерно в 100 раз превышает совокупный объем озер, рек и болот. Площадь всех озер земного шара несколько превышает 2 млн. км². Самые большие пресные водоемы мира — озеро Байкал, площадь зеркала которого 24 км² и глубина 1741 м и Танганьика (18 900 км² при глубине 1435 м). По площади зеркала самым крупным водоемом считается озеро Верхнее в Северной Америке (82 680 км²). Кроме озер, вода находится в реках и болотах. Общая площадь болот на земном шаре приблизительно 3 млн. км².

Вода является единственной природной жидкостью, имеющейся на поверхности Земли в огромном количестве. Только это вещество в природе существует во всех трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном.

Казалось бы, на Земле присутствует достаточное количество этого нужного для жизни природного ресурса, тем не менее недостаток воды на сегодняшний день является одной из важнейших экологических проблем.

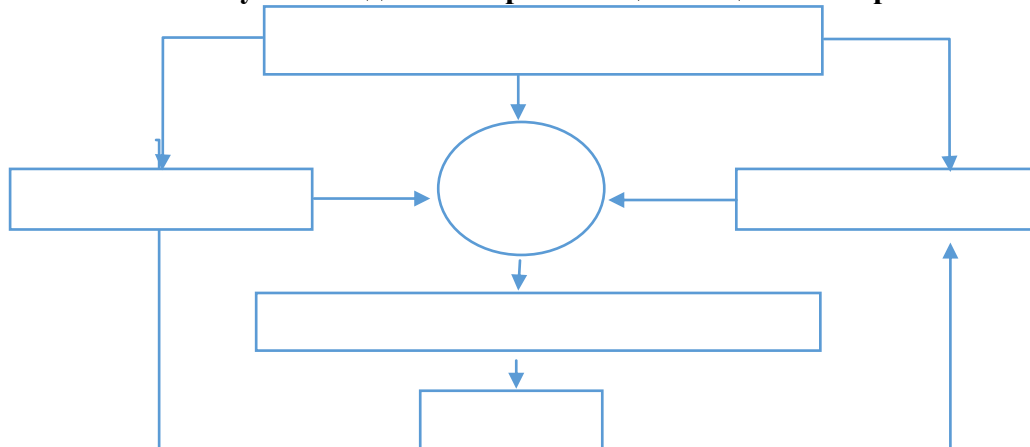
ЗАГРЯЗНЕНИЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

Серьезной экологической проблемой, принимающей глобальный характер, в настоящее время является загрязнение Мирового океана. Мировой океан превращается в гигантскую свалку, куда в конечном итоге поступают все отходы производства —

нефтяные, минеральные, радиоактивные и др. Постоянно увеличивающаяся нагрузка на Мировой океан ведет к постепенной деградации морских экосистем.

В Мировой океан ежегодно попадает более 30 тыс. различных химических соединений в количестве до 1,2 млрд. т.

Пути попадания загрязняющих веществ в моря



На рисунке показаны основные пути попадания загрязняющих веществ в моря. Моря загрязняются в результате стока загрязнений с водосборных территорий, впадающих в них рек, с водного транспорта, в результате аварий нефтяных танкеров. Так, например, в настоящее время в водах Мирового океана накоплено примерно 500 тыс. т ДЦТ, с каждым годом это количество возрастает на 45 тыс. т.

Антропогенная нагрузка на океан по приоритетным загрязняющим веществам

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, которая препятствует воздухообмену между водой и атмосферой, растворенные или эмульгированные в воде. Нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т.д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека.

Жертвами становятся планктонные организмы - основная пища рыб, икра рыб, сами рыбы и водоплавающие птицы. Известно, что, уменьшается количество кислорода, а океан, точнее микроводоросли, продуцируют 50% кислорода, поступающего в атмосферу.

Нефтяная пленка препятствует поступлению кислорода из воды в воздух. Кроме того, следует учесть, что 80% влаги поступает в атмосферный воздух за счет испарения над океаном. В настоящее время около 30% поверхности океана загрязнено нефтью, которая препятствует испарению морской воды. Испарение воды нарушают также поверхностно-активные вещества (детергенты), использование которых в быту и технике постоянно растет. Это может являться одной из причин участившихся засух.

Нефть в океан попадает при авариях танкеров, авариях на буровых вышках, добывающих нефть с шельфа. Но больше всего нефти поступает со сбрасываемыми балластными водами танкеров.

Довольно вредным загрязнителем промышленных вод является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки.

На жизнь населения водоемов пагубно влияют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Окисление древесной массы сопровождается поглощением значительного количества кислорода, что приводит к гибели икры, мальков и взрослых

рыб. Волокна и другие нерастворимые вещества засоряют воду и ухудшают ее физико-химические свойства. На рыбах и на их корме - беспозвоночных - неблагоприятно отражаются молевые сплавы². Из гниющей древесины и коры выделяются в воду различные дубильные вещества. Смола и другие экстрактивные продукты разлагаются и поглощают много кислорода, вызывая гибель рыбы, особенно молоди и икры. Кроме того, молевые сплавы сильно засоряют реки, а топляк нередко полностью забивает их дно, лишая рыб нерестилищ и кормовых мест.

Атомные электростанции радиоактивными отходами загрязняют реки. Радиоактивные вещества концентрируются мельчайшими планктонными микроорганизмами и рыбой, затем по цепи питания передаются другим животным. Установлено, что радиоактивность планктонных обитателей в тысячи раз выше, чем воды, в которой они живут.

Сточные воды, имеющие повышенную радиоактивность (100 кюри на 1л и более), подлежат захоронению в подземные бессточные бассейны и специальные резервуары.

Таким образом, в настоящее время загрязнение водоисточников приобретает катастрофические размеры. Загрязнение водных систем представляет большую опасность, поскольку процессы, происходящие в них, имеют огромное значение для обеспечения жизни на Земле. Водные экосистемы чрезвычайно чувствительны к воздействию загрязнителей. Процессы самоочищения и восстановления водных экосистем происходят медленно. Источники загрязнения водоемов очень разнообразны и трудно поддаются нейтрализации.

Загрязнение водоемов неочищенными сточными водами отрицательно влияет на сложные процессы самоочищения, кислородный режим водоема, в результате чего гибнет растительность, планктон, гибнут обитатели рек, морей и океанов. Опасность химического загрязнения воды для здоровья различных групп населения, в особенности в крупных городах, доказана множеством специальных исследований и в нашей стране, и за рубежом. Поэтому одной из актуальных проблем современности является обеспечение населения питьевой водой.

Во всех развитых странах качество воды является предметом особого внимания государственных органов, общественных движений, средств массовой информации и широких слоев населения.

Основной ущерб водной среде наносит человек. Потребление воды промышленностью и сельским хозяйством достигло в современном мире огромных размеров. Безвозвратное водопотребление составляет около 150 км³ в год. По оценкам специалистов, ежегодно люди расходуют 3000 км³ пресной воды.

Самое большое количество воды потребляет сельское хозяйство. Для него характерны большие безвозвратные потери — до 3/4 от общего потребления.

В промышленном производстве вода используется для приготовления необходимых растворов, для мытья оборудования, помещений, тары, удаления отходов. Огромное количество воды используется как теплоноситель и для охлаждения. Химический комбинат со средним объемом производства ежедневно расходует (т.е. потребляет и отводит) 1-2 млн. м³ воды.

Очень широко вода используется для бытовых нужд человека. Вода ежедневно необходима каждому человеку для приготовления пищи, питья, умывания, уборки жилья и стирки. Большинство жилых помещений обогревается с использованием воды и водяного пара в качестве теплоносителя. Город с населением свыше 3 млн. человек ежедневно потребляет 2 млн. м³ воды. К качеству воды, используемой в промышленности и быту, предъявляются достаточно высокие требования. Для этого вода подготавливается

² Молевой сплав – это один из видов транспортировки спиленных брёвен, при помощи протекающих в районе лесозаготовок рек.

специальным образом. При этом человек берет для своих многочисленных нужд чистую воду, а возвращает ее в природную среду с огромным количеством загрязнений.

Основными источниками загрязнения природных вод являются:

- атмосферные воды, содержащие массы вымываемых из воздуха химических веществ промышленного происхождения. Осадки и талые воды дополнительно вовлекают с собой большое количество веществ. Наиболее загрязненными являются стоки с городских улиц, производственных площадок: в них содержатся нефтепродукты, мусор, фенолы, кислоты, окислы тяжелых металлов;

- бытовые сточные воды содержат преимущественно фекалии, детергенты (поверхностно-активные моющие средства), жиры, микроорганизмы, в том числе патогенные;

- промышленные сточные воды, образующиеся во всех отраслях производства. Наиболее активными потребителями воды считаются целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия, энергетика, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность.

Так, в сточных водах гидролизной промышленности присутствуют различные кислоты, спиртовые и фурфурольные компоненты, сивушные и скипидарные фракции. Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности сбрасывают в воду растворенные органические вещества, волокна целлюлозы. Все они легко окисляются, что приводит к интенсивному потреблению кислорода воды, пересыщением органикой, и в дальнейшем может стать причиной гибели водоема.

Вызывает серьезное беспокойство загрязнение водоемов пестицидами и минеральными удобрениями, которые попадают с полей вместе со струями дождевой и талой воды. В результате исследований, например, доказано, что инсектициды, содержащиеся в воде в виде суспензий растворяются в нефтепродуктах, которыми загрязнены реки и озера. Это взаимодействие приводит к значительному ослаблению окислительных функций водных растений. Попадая в водоемы, пестициды накапливаются в планктоне, бентосе, рыбе, а по цепочке питания попадают в организм человека, действуя отрицательно как на отдельные органы, так и на организм в целом.

В связи с интенсификацией животноводства все более дают о себе знать стоки предприятий данной отрасли сельского хозяйства.

Сточные воды, содержащие растительные волокна, животные и растительные жиры, фекальную массу, остатки плодов и овощей, отходы кожевенной и целлюлозно-бумажной промышленности, сахарных и пивоваренных заводов, предприятий мясо – молочной, консервной и кондитерской промышленности, являются причиной органических загрязнений водоемов.

Стоки промышленных предприятий могут иметь кислую или щелочную реакцию, что приводит к изменению естественной pH водоема и гибели водных растений, микроорганизмов и рыб.

С развитием городов и промышленности потребление и количество жидких отходов растет. Города мира ежегодно сбрасывают в водоемы более 500 млрд. м³ сточных вод. Только половина из промышленных отходов подвергается какой-либо очистке, остальное сбрасывается в водоемы без какой-либо предварительной обработки. Очень сильно загрязненными стали многие реки Европы: Темза, Сена, Дунай, Рейн. Только в Рейн ежегодно сбрасывается около 1000 т ртути, 1500 т мышьяка, 1700 т свинца, 1400 т меди, 13 000 т цинка, 100 т хрома, и 20 млн. т различных солей. В середине прошлого века река Темза была так загрязнена бытовыми и промышленными отходами, что запах от реки заставил английских парламентариев прервать работу на две недели. После этого они выделили средства на создание в Лондоне первой в мире системы канализации.

Многолетняя деятельность промышленности нанесла урон такой великой реке России как Волга. В 1990 г. воды реки (7710 м³/с) несли 50,8 тыс. т сульфатов, 118,3 тыс. т

фенолов, 302 тыс. т органических соединений и 1,8 тыс. т ионов хрома, свинца, цинка и меди. Поскольку вода является универсальным растворителем, реки и их притоки способны собирать загрязнения с огромных площадей. Крупнейшая река Америки Миссисипи аккумулирует загрязнения с территории, на которой расположено $\frac{3}{4}$ «грязной» промышленности США (нефтехимические заводы, угольные шахты, молибденовые рудники, черная металлургия и т.п.). Сильно загрязнены сточными водами великие озера Америки. Помимо промышленных загрязнений, в воду озер и рек, которые уже теряют способность к самоочищению, попадают удобрения с полей, а также пестициды и ядохимикаты, благодаря которым в сельском хозяйстве получают высокие урожаи.

Пестициды и ядохимикаты представляют собой большую опасность и для грунтовых вод. С помощью современных методов анализа их обнаружили во многих пробах грунтовых вод, которые служат источником питьевой воды для населенных пунктов. Загрязнение водоемов связано и с животноводством, в результате которого образуются большие количества мертвой органики. Эти отходы сами по себе не ядовиты, но, попадая в водоем в больших количествах, сбросы крупных животноводческих хозяйств ведут к тяжелым последствиям для водных экосистем. Сточные воды, содержащие органические вещества, состоят из таких биогенных элементов как азот и фосфор. Резкое увеличение этих веществ в воде водоема вызывает быстрое размножение сине-зеленых и бурых водорослей, фитопланктона, в результате чего повышается потребление кислорода. Снижение содержания кислорода в воде делает ее непригодной для жизни, в воде такого водоема начинают преобладать анаэробные процессы, которые определяют как эвтрофикацию.

Эвтрофикацией называется процесс повышения биологической продуктивности в водоеме вследствие накопления биогенных элементов под действием антропогенных или природных факторов.

Процесс эвтрофикации может быть следствием попадания с паводковыми или ливневыми стоками с полей азотных и фосфорных удобрений.

Со сточными водами в водоемы поступают не только многочисленные токсичные вещества, но и патогенная микрофлора.

Жители крупных городов и малых поселков развитых стран при потреблении водопроводной воды могут получить инфекцию или отравление.

Анализ существующего состояния водных объектов в Российской Федерации показывает, что практически все водоисточники, как поверхностные, так и подземные, подвергаются антропогенному и техногенному воздействию с различной степенью интенсивности.

Высокий уровень загрязнения поверхностных вод относится, прежде всего, к бассейнам таких рек, как Волга, Ока, Дон, Северная Двина, Нева, Тобол, Иртыш, Обь, Томь, а также водоемам Северного Кавказа, Прикаспийской низменности.

В ряде административных территорий наблюдается высокий уровень как химического, так и микробиологического загрязнения водоемов, что является результатом сброса неочищенных производственных и бытовых сточных вод (Архангельская, Ивановская, Кировская, Рязанская, Брянская, Костромская области, Кабардино-Балкарская республика, Республика Калмыкия, Ямало-Ненецкий автономный округ), а также ухудшение качественных показателей по сравнению с 1998 годом (Архангельская, Пензенская, Владимирская, Костромская, Вологодская области, Кабардино-Балкарская республика, республики Татарстан и Калмыкия, Ямало-Ненецкий автономный округ).

Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод России остаются нефтепродукты, фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения металлов, аммонийный и нитритный азот, а также специфические загрязняющие вещества – лигнин, формальдегид и др., основной источник которых – сточные воды различных производств, предприятий сельского и коммунального хозяйств, поверхностный сток.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В Санкт-Петербурге 98% водозабора осуществляется из поверхностного источника водоснабжения, которым является река Нева. Из подземных источников осуществляется 2% водозабора. Это обусловлено ограниченными запасами подземных вод, пригодных для питьевого водоснабжения.

Для обеспечения достаточности водопотребления задействовано 8 водопроводных станций, из них на 5 водозабор воды осуществляется из поверхностного водоисточника, на 3 – из подземного водоисточника.

На всех водоисточниках в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» организован первый пояс зоны санитарной охраны.

На водопроводных станциях из поверхностных источников централизованного водоснабжения используется одно- и двухступенчатая технология водоподготовки, включающая отстаивание, коагуляционную и флокуляционную обработку, фильтрацию и обеззараживание.

Выводы:

Несмотря на улучшения качества воды поверхностного источника водоснабжения – реки Невы, бактериальное загрязнение остается на высоком уровне;

Население города обеспечено 100% доброкачественной питьевой водой.

Задачи:

- обеспечение населения доброкачественной питьевой водой;
- разработка и утверждение целевых показателей качества и безопасности питьевой воды;
- оценка воздействия питьевой воды, подаваемой населению на инфекционную и массовую неинфекционную заболеваемость.

ПРОГРАММА "ПРЕКРАЩЕНИЕ СБРОСА НЕОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА" (ГУП Водоканал Санкт-Петербурга)

Эта программа предусматривает, в частности, завершение строительства продолжения Главного канализационного коллектора северной части города, а также – модернизацию Северной и Центральной станции аэрации для выполнения новых требований ХЕЛКОМА (Хельсинкской комиссии по защите Балтийского моря) по глубокому удалению из сточных вод азота и фосфора.

Финансирование программы осуществляется за счет городского и федерального бюджетов, собственных средств ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», а также привлеченных внебюджетных средств.

Проект строительства продолжения Главного канализационного коллектора северной части города был утвержден еще в 1989 году распоряжением Совмина РСФСР. Потребность города в новом участке Главного коллектора длиной 12 км была продиктована необходимостью транспортировки сточных вод жилых домов и промышленных предприятий Приморского, Выборгского, Калининского, Красногвардейского, части Невского и Центрального районов на очистные сооружения Северной станции аэрации в пос. Ольгино. Первоначально строительство продолжения Главного коллектора было рассчитано на десять лет.

Первая очередь продолжения Главного канализационного коллектора была пущена осенью 2008 года. Это позволило переключить в систему канализации прямые выпуски

объемом 90 тысяч кубометров в сутки и вывести очистку сточных вод в Санкт-Петербурге на уровень в 88%. Последующее переключение прямых выпусков на Главный канализационный коллектор дало возможность в конце 2009 года обеспечить очистку уже 91% сточных вод, в конце 2010 года – 93%, осенью 2011 года – 94%, а в декабре 2012-го – 97%, с октября 2013-го - 98,4%.

Продолжение Главного коллектора – это комплекс сложнейших инженерных сооружений: две нитки основных тоннелей длиной 12,2 км и внешним диаметром 4 м каждая, проложенные на глубине 40 – 90 м; десятки приемных и приемно-распределительных шахт; километры соединительных микротоннелей. Также в состав коллектора входит уникальный объект – Узел регулирования стоков: это мощная насосная станция, позволяющая регулировать скорости проходящих через коллектор сточных вод, тем самым предотвращая заиливание тоннелей.

В результате завершения строительства Главного канализационного коллектора северной части Санкт-Петербурга, с 10 октября 2013 года в Санкт-Петербурге проходит очистку 98,4 процентов стоков.

Теперь Водоканалу предстоит ликвидировать прямые выпуски сточных вод в районе рек Охты и Карповки. Также запланирована реконструкция канализационных очистных сооружений в городе Колпино и поселке Понтонный.

Модернизация водопроводных станций города

В 2010 году было завершено строительство нового блока К-6 на Южной водопроводной станции производительностью 350 тысяч кубометров в сутки. В начале 2011 года вода с нового блока начала поступать городским потребителям.

Отличительными особенностями технологического решения, использованного при проектировании и строительстве блока К-6, являются:

- предварительное озонирование воды малыми дозами озона, обеспечивающее поверхностное окисление гуминовых соединений и улучшение последующей их коагуляции,
- отстаивание воды после коагуляции в тонкослойном пластинчатом отстойнике-осветлителе, обеспечивающем более эффективное удаление взвешенных веществ по сравнению с традиционными отстойниками,
- фильтрация воды на двухслойных фильтрах, загруженных гранулированным активированным углем и кварцевым песком, обеспечивающая дополнительное удаление растворенных органических соединений, в том числе нефтепродуктов.

Промывные воды, получаемые на блоке К-6, обрабатываются с выделением осадка, который отдельно утилизируется, что предотвращает загрязнение невиской воды.

Вся очищенная на блоке вода обеззараживается с использованием гипохлорита натрия и сульфата аммония, а также проходит дополнительное обеззараживание ультрафиолетовым излучением.

В ближайшие годы также будут построены новые блоки на Северной водопроводной станции (производительностью 800 тысяч кубометров в сутки) и Главной водопроводной станции (производительностью 500 тысяч кубометров в сутки).

- создание системы управления комплексом водоснабжения.

Инновационную систему управления водоснабжением Санкт-Петербург создает первым из российских городов. Это позволит автоматически корректировать параметры подаваемой воды и в режиме реального времени получать данные об объемах водопотребления.

В 2010 году были подведены итоги реализации пилотного проекта по созданию такой системы в зоне Урицкой насосной станции – на территории с населением около 140 тысяч человек.

В рамках этого проекта проведена модернизация 12 насосных станций с заменой насосного оборудования на энергоэффективное. Было установлено современное сетевое

оборудование – автоматические воздушные клапаны, противоударные клапаны; определены «диктующие точки», на основании показаний которых автоматически регулируется выходное давление. На сетях появились приборы контроля качества воды. Также на сетях и у абонентов установлены современные высокоточные счетчики воды с аппаратурой передачи показаний в режиме реального времени.

Реализация проекта создания системы управления водоснабжением в Урицкой зоне позволила добиться хороших результатов. Энергопотребление сократилось почти на 43 процента. Неучтенные потери воды уменьшились на 39 процентов. Количество повреждений на сетях снизилось на 32 процента.

Сейчас система управления водоснабжением создается в масштабах Южной зоны Петербурга – с населением около 1,5 млн человек. В дальнейшем она будет распространена на весь город.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

Сегодня весь осадок, образующийся при очистке сточных вод, утилизируется на трех заводах по сжиганию осадка. Однако в предыдущие годы (до появления заводов) осадок вывозился на специальные полигоны. В частности, полигон «Северный», расположенный в Новоселках, занимает около 83 га.

Для ликвидации негативного воздействия полигонов для хранения осадка сточных вод на окружающую среду разработан проект по переработке осадка с использованием технологии Geotube.

Данная технология предполагает использование специальных геотуб (фильтрующих геотекстильных контейнеров), где осадок подвергается обработке химическими реагентами. В результате осадок обеззараживается, обезвоживается, стабилизируется; также происходит удаление запаха. Образуется безопасная, не имеющая запаха субстанция, которая может использоваться для приготовления техногрунтов.

В 2010 году Водоканал приступил к обработке осадка на полигоне «Северный». Полностью переработать складированный на полигоне осадок сточных вод предполагается до 2017 года.

Для очистки сточных вод используют очистные сооружения трех основных типов: локальные, общие и районные или городские.

На нефтебазах и насосных станциях трубопроводов применяют очистные сооружения общего типа, а в случае попадания в сточные воды особо вредных химических веществ - очистные сооружения локального типа. В зависимости от степени очистки сточных вод на очистных сооружениях локального или общего типа и характеристики водоема сточные воды либо направляют на районные или городские очистные сооружения, либо сбрасывают в водоем.

Очистные сооружения локального типа предназначены для обезвреживания сточных вод непосредственно после технологических цехов, имеющих вредные химические вещества, например, после резервуарного парка технологических коммуникаций, насосных станций, хранящих и перекачивающих этилированные бензины. Применение таких установок дает возможность избежать необходимости пропускать сточные воды предприятия через установки для извлечения из воды определенных химических веществ.

Очистные сооружения общего типа предназначены для очистки всех нефтесодержащих вод нефтетранспортного предприятия. Обычно эти очистные сооружения включают механическую, физико-химическую и биологическую очистки. К сооружениям механической очистки относятся песколовки, нефтеловушки, отстойники, флотационные и фильтрационные установки и др. На этих сооружениях удаляют грубодисперсные примеси. К сооружениям физико-химической очистки относятся флотационные установки с применением химических реагентов, установки с

применением коагулянтов для коллоидных примесей. К сооружениям биологической очистки относятся аэротенки, биофильтры, биологические пруды и др.

Для очистки сточных вод применяют реагентные методы: коагуляцию, флокуляцию, осаждение примесей, фильтрование, флотацию, адсорбцию, ионный обмен, обратный осмос и др.

Очистные сооружения районного или городского типа предназначены в основном для механической, физико-химической и биологической очистки сточных вод. Если на эти очистные сооружения направляют производственные сточные воды, то в них не должно быть примесей, которые могут нарушить нормальный ритм работы канализации и очистных сооружений.

Производственные воды не должны содержать:

- взвешенных и всплывающих веществ в количестве более 500 мг/л;
- веществ, способных засорять трубы канализационной сети или отлагаться на стенках труб;
- веществ, оказывающих разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- горючих примесей и растворенных газообразных веществ, способных образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях;
- вредных веществ в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод или сбросу их в водоем (с учетом эффекта очистки).

Температура этих вод не должна превышать 40° С. Не допускаются залповые сбросы сильноконцентрированных сточных вод.

ФИЗИОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Сточные воды, прошедшие механическую и физико-химическую очистку, содержат еще достаточно большое количество растворенных и тонкодиспергированных нефтепродуктов, а также других органических загрязнений и не могут быть выпущены в водоем без дальнейшей очистки.

Наиболее универсален для очистки сточных вод от органических загрязнений биологический метод. Он основан на способности микроорганизмов использовать разнообразные вещества, содержащиеся в сточных водах, в качестве источника питания в процессе их жизнедеятельности. Задачей биологической очистки является превращение органических загрязнений в безвредные продукты окисления - H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} и др. Процесс биохимического разрушения органических загрязнений в очистных сооружениях происходит под воздействием комплекса бактерий и простейших микроорганизмов, развивающихся в данном сооружении.

Для правильного использования микроорганизмов при биологической очистке необходимо знать физиологию микроорганизмов, т.е. физиологию процесса питания, дыхания, роста и их развития.

Всякий живой организм отличается от неживого наличием обмена веществ, в процессе которого происходит усвоение питательных веществ и выделение продуктов жизнедеятельности.

Основными процессами обмена веществ являются питание и дыхание.

При питании в клетку из окружающей среды поступают и усваиваются питательные вещества и заключенная в них потенциальная химическая энергия. Питание является процессом ассимиляции, так как здесь наблюдается образование новых веществ.

При дыхании происходит окисление или разложение сложных органических веществ, сопровождающееся выделением энергии, необходимой для процессов жизнедеятельности. Сложные биохимические процессы разделяются на два вида: процессы, связанные с усвоением клеткой питательных веществ из внешней среды (ассимиляция), и процессы распада соединений в организме (диссимиляция).

В теле микроорганизмов содержится более 70 элементов, из которых основными являются углерод, водород, азот, сера, фосфор, калий, кальций, магний и железо. Из них первые четыре элемента называются органогенами, так как они образуют органические вещества и при сгорании выделяются в виде газообразных веществ, а остальные элементы называются минеральными или зольными, потому что при сжигании они образуют золу.

К органическим веществам относятся белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды.

Углеводы играют роль питательного, дыхательного материала и откладываются в клетке в виде запасных питательных веществ.

Питательные вещества попадают в клетку благодаря поверхностному поглощению (адсорбции). Клетка способна притягивать частицы и ионы благодаря наличию заряда, который зависит от pH раствора.

В зависимости от способа усвоения углерода микроорганизмы делятся на автотрофные и гетеротрофные.

Первая группа микроорганизмов может синтезировать органические вещества, используя углекислый газ, воду и минеральные соли. Эти микроорганизмы делятся на фото- и хемоавтотрофы в зависимости от метода использования энергии для синтеза.

Фотоавтотрофы используют энергию Солнца. К этой группе относятся микроорганизмы, имеющие пигменты, действующие подобно хлорофиллу у растений.

Хемоавтотрофы питаются так же, как фотоавтотрофы, только для синтеза они используют химическую энергию, освобождающуюся при реакции окисления различных неорганических веществ.

Гетеротрофные микроорганизмы питаются готовыми органическими веществами. К ним относятся бактерии, плесени и дрожжи (питающиеся мертвой пищей) и паразиты (питающиеся живой пищей), такие как патогенные бактерии, вирусы и бактериофаги.

Кроме углеродного питания микроорганизмы, усваивают азотистые соединения, зольные элементы и витамины.

Так же как все живое, микроорганизмы дышат. При дыхании происходит процесс окисления сложных органических соединений, сопровождающийся выделением энергии, которая идет на поддержание жизнедеятельности клетки.

Микроорганизмы, которые для дыхания используют кислород, называются аэробными. Микроорганизмы, которые не потребляют кислород для дыхания, называются анаэробными. Количество выделяемой энергии зависит от дыхательного материала и степени его окисления. Если процесс окисления идет до конечной стадии, то энергии выделяется больше, чем при неполном окислении. В качестве дыхательного материала могут быть использованы углеводороды, спирты, органические кислоты и др.

Энергия, освобождающаяся при дыхании микроорганизмов, используется ими только на 10-25%. Остальная часть энергии выделяется в окружающую среду в виде тепла, света или электричества. Этим объясняется самонагревание бродящих сред и гниющих материалов (использование навоза в парниках в качестве биологического источника тепла).

Ферменты - это сложные органические вещества, вырабатываемые живыми организмами. Они играют роль катализаторов биохимических процессов, и присутствие их в живых организмах обуславливает сложные химические процессы синтеза и распада. Ферменты, как катализаторы, ускоряют реакцию, но не входят в состав конечного продукта.

Действие ферментов заключается в том, что, вступая во взаимодействие с субстратом, они образуют неустойчивый комплекс субстрат-фермент, в результате чего молекула субстрата деформируется. Это приводит к ослаблению внутримолекулярных связей и облегчает расщепление молекулы.

В отличие от катализатора ферменты катализируют ферментативную реакцию и очень неустойчивы к резким изменениям внешней среды (температуре, рН и химическим реагентам). Оптимальная температура для большинства ферментативных реакций 30-40 °С, максимальная - 55-60 °С. При температуре 80 °С ферменты инактивируются.

При очень малой концентрации фермента и большой концентрации субстрата или при большой концентрации фермента и малой концентрации субстрата скорость ферментативной реакции замедляется. При оптимальной концентрации субстрата скорость реакции прямо пропорциональна концентрации фермента.

Преимущества биологического метода очистки - возможность удалять из сточных вод разнообразные органические соединения, в том числе токсичные, простота конструкции аппаратуры, относительно невысокая эксплуатационная стоимость. К недостаткам следует отнести высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения технологического режима очистки, токсичное действие на микроорганизмы некоторых органических соединений и необходимость разбавления сточных вод в случае высокой концентрации примесей.

Очистные сооружения делятся на аэробные и анаэробные. Аэробные методы очистки получили большее распространение по сравнению с анаэробными. При аэробном методе жизнедеятельность микроорганизмов поддерживается с помощью свободного кислорода в воде. Эти методы широко применяют при очистке бытовых сточных вод.

Основой процесса биологической очистки является постоянное воспроизводство микроорганизмов. Процесс хорошо прослеживается на схеме.



Сточная вода подается в аэротенк аэробной биологической очистки. Сюда также подаются активный ил и воздух. Все эти три компонента перемешиваются.

Микроорганизмы уничтожают загрязнения и воздух, находящийся в воде. Этот процесс сопровождается увеличением биомассы. Смесь очищенной воды и активного ила поступает во вторичный отстойник, где происходит разделение смеси на воду (очищенную) и активный ил. Очищенная вода выпускается в водоем. Часть активного ила из отстойника подается в аэротенк, а другая часть выходит в накопитель ила. В биофильтрах очистка сточных вод производится микроорганизмами биопленки, находящейся на поверхности наполнителя.

Биологическую очистку сточных вод можно проводить в естественных и искусственных сооружениях.

В качестве естественных сооружений биологической очистки применяют поля фильтрации, орошения и биологические пруды. Для очистки некоторых видов сточных вод, например, бытовых, эти сооружения используют и в настоящее время; однако для очистки промышленных сточных вод такие сооружения (особенно два первых) не нашли универсального применения. Это обусловлено большим количеством сточных вод промышленных предприятий и малой производительностью единицы площади полей, а также возможностью попадания на поля в воде токсичных для микроорганизмов примесей.

Промышленные сточные воды, особенно содержащие нефть, медленно очищаются в естественных сооружениях, поэтому их биологическую очистку проводят в искусственных сооружениях. К таким сооружениям чаще всего относят биофильтры, аэротенки и биологические пруды.

Биофильтры представляют собой железобетонные или кирпичные резервуары, заполненные фильтрующим материалом, который укладывается на дырчатое днище и орошается сточными водами. Для загрузки биофильтров применяют шлак, щебень, пластмассу и др. Очистка сточных вод в биофильтрах происходит под воздействием микроорганизмов, заселяющих поверхность загрузки и образующих биологическую пленку. При контакте сточной жидкости с этой пленкой микроорганизмы извлекают из воды органические вещества, в результате чего сточная вода очищается.

Аэротенки представляют собой железобетонные резервуары длиной 30-100 м и более, шириной 3-10 м и глубиной 3-5 м. Эффективность процесса очистки в аэротенках, качественное состояние и окислительная способность активного ила определяются условиями, к которым относятся: состав и свойства сточных вод, гидродинамические условия перемешивания, соотношение количества поданных загрязнений и жизнеспособного ила, кислородный режим сооружения, температура, активная реакция среды, наличие элементов питания, присутствие активаторов или ингибиторов процесса и др.

Диспергирование воздуха в воде проводят с помощью механических и пневматических аэраторов. Пневматические аэраторы подразделяются в зависимости от размера аэрируемых пузырьков: мелкопузырчатые, среднепузырчатые и крупнопузырчатые.

При механической и пневматической системах аэрации происходит перемешивание иловой смеси и воздуха с помощью механических устройств.

Преимущества механических аэраторов - высокая эффективность и экономичность, а также отсутствие необходимости в строительстве воздуходушных станций и коммуникаций.

Для биологической очистки небольших количеств смеси сточных вод, в которой преобладают бытовые сточные воды, могут применяться аэротенки-отстойники, конструктивно обеспечивающие объединение двух технологических процессов очистки.

Мембранный метод

Исследование процессов разделения с использованием молекулярных сит позволило выделить мембранный метод, как наиболее перспективный для тонкой

очистки. Этот метод, характеризуется высокой четкостью разделения смесей веществ. Полупроницаемая мембрана - перегородка, обладающая свойством пропускать преимущественно определенные компоненты жидких или газообразных смесей. Широко мембранный метод используют для обработки воды и водных растворов, очистки сточных вод, очистки и концентрации растворов.

Мембраны

Процессы мембранного разделения зависят от свойств мембран, потоков в них и движущих сил. Для этих процессов также важен характер потоков к мембране со стороны разделяемых сред и отвода продуктов разделения с противоположной стороны.

Принципиальное отличие мембранного метода от традиционных приемов фильтрования - разделение продуктов в потоке, т.е. разделение без осаждения на фильтроматериале осадка, постепенно закупоривающего рабочую пористую поверхность фильтра.

Для разделения или очистки некоторых нетермостойких продуктов применение мембранного метода является решающим, так как этот метод работает при температуре окружающей среды.

В то же время мембранный метод имеет недостаток - накопление разделяемых продуктов вблизи рабочей поверхности разделения. Это явление называют концентрационной поляризацией, которая уменьшает проникновение разделяемых компонентов в пограничный слой, проницаемость и селективность, а также сокращает сроки службы мембран.

Для борьбы с этим явлением проводят турбулизацию слоя жидкости, прилегающего к поверхности мембраны, чтобы ускорить перенос растворенного вещества.

Требования к мембранам,
используемым в
процессах
мембранного
разделения:

- высокая разделяющая способность (селективность)
- высокая удельная производительность (проницаемость);
- химическая стойкость к действию среды разделяемой системы;
- неизменность характеристик при эксплуатации;
- достаточная механическая прочность, отвечающая условиям монтажа, транспортировки и хранения мембран;
- низкая стоимость.

Для мембран используют разные материалы, а различие в технологии изготовления мембран позволяет получить отличные по структуре и конструкции мембраны, применяемые в процессах разделения различных видов.

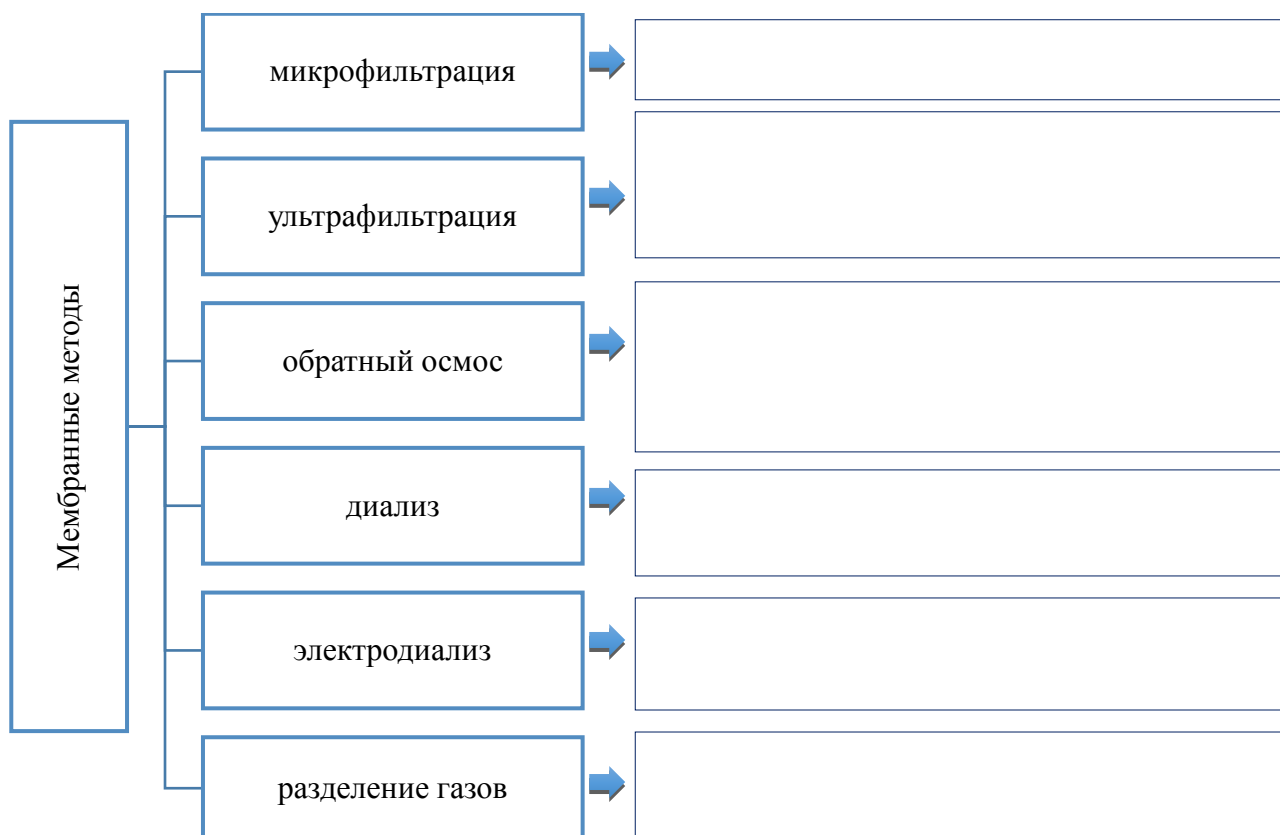
Процессы, возникающие при разделении смесей, определяются свойствами мембран. Необходимо учитывать молекулярные взаимодействия между мембранами и разделяемыми потоками, физико-химическую природу которых определяет скорость переноса. Эти взаимодействия с материалом мембран отличают мембранный метод от микроскопических процессов обычного фильтрования.

Мембранные методы отличаются типами используемых мембран, движущими силами, поддерживающими процессы разделения, а также областями их применения.

В ряду технологических приемов, используемых для разделения смесей по размерам частиц, мембранным методам уделяют большое значение. Выбор процесса для применения в заданной области разделения смесей зависит от различных факторов: характера разделяемых веществ, требуемой степени разделения, производительности процесса и его экономической оценки.

Промышленное использование процессов мембранного разделения требует надежного, стандартного и технологического оборудования. Для этой цели в настоящее

время применяют мембранные модули, которые компактны, надежны и экономичны. Выбор конструкции модуля зависит от вида процесса разделения и условий эксплуатации в промышленных установках.



ДЕЗИНФЕКЦИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В практике очистки сточных вод дезинфекцию осуществляют теми же приемами и средствами, что и при очистке природных вод. Наиболее часто применяют хлорирование газообразным хлором, а на станциях производительностью до 1000 м³/сут используют и хлорную известь, а также озонирование.

Озонирование

Озон обладает высокой окислительной способностью и при нормальной температуре разрушает многие органические вещества, находящиеся в воде. При этом процессе возможно одновременное окисление примесей, обесцвечивание, дезодорация, обеззараживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Преимуществом этого метода является отсутствие химических реагентов при очистке сточных вод.

Растворимость озона в воде зависит от рН и количества примесей в воде. При наличии в воде кислот и солей растворимость озона увеличивается, а при наличии щелочей - уменьшается.

Озон самопроизвольно диссоциирует на воздухе и в водном растворе, превращаясь в кислород. В водном растворе озон диссоциирует быстрее. С ростом температуры и рН скорость распада озона резко возрастает.

Озон можно получить разными методами, но наиболее экономичным является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5000-25000 В) в генераторе озона (озонаторе), который состоит из двух электродов, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга.

Промышленное получение озона основано на расщеплении молекул кислорода с последующим присоединением атома кислорода к нерасщепленной молекуле под действием тихого полукоронного или коронного электрического разряда.

Для получения озона необходимо применять очищенный и осушенный воздух или кислород.

Одна из конструкций промышленного озонатора представляет собой горизонтальный металлический трубчатый сосуд типа теплообменника, внутри каждой трубы на центрирующих прокладках из фторопласта вставлены стеклянные цилиндры, закрытые с одного конца и имеющие на внутренней поверхности графитомедное токопроводящее покрытие (7000-10000 В). Корпус озонатора заземлен. Высоковольтный газовый разряд возникает в тонком кольцевом промежутке между металлической трубкой и стеклянным цилиндром.

В установке озонирования сточных вод с барботажным адсорбентом сточная вода поступает в смеситель, в котором она смешивается с реагентом для получения требуемого значения рН, и далее насосом подается в барботажный адсорбер, а оттуда - в сборник очищенной воды. Озоно-воздушная смесь поступает в барботажный адсорбер с озонаторной установки. Отработанные газы из адсорбера направляются в аппарат для очистки и затем выпускаются в атмосферу. Возможна также подача этих газов на рекуперацию озона.

Смешение очищаемой воды с озонированным воздухом может осуществляться различными способами: пропускания воды через фильтры, дырчатые (пористые) трубы, смешением с помощью эжекторов, мешалок и т.д.

Чтобы увеличить время контактирования озона с очищаемой сточной водой и облегчить условия его растворения, озонирование следует проводить в две ступени.

Озонаторные установки на нефтебазах применяют в основном для обеззараживания сточных вод от тетраэтилсвинца. Эффективность очистки достигает 80-90%. Для более полной очистки необходимо применять озонирование в присутствии катализатора - силикагеля, который располагается в контактной колонне слоями.

Озон при транспортировке к месту ввода имеет тенденцию к разложению, в связи с чем коммуникации озоно-воздушной смеси должны быть максимально короткими. Наиболее подходящим материалом трубопроводов для озоно-воздушной смеси является стекло. Оптимальное время транспортировки по стеклянному трубопроводу 6-8 мин, по трубопроводу из нержавеющей стали 4-6 мин.

Перед подачей сточной воды на озонаторную установку ее очищают от эмульгированных масел и нефтепродуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вода жизненно важна для человечества. Загрязненная отходами вода пагубно влияет на здоровье. Доступ к чистой воде гораздо большая проблема, чем голод, в развивающихся странах с локальными военными конфликтами и частыми стихийными бедствиями.

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. В России широко осуществляются мероприятия по охране окружающей Среды, в частности по очистке производственных сточных вод.

Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах.

Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасываемые сточных вод в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь.

В химической промышленности намечено более широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, дающих наибольший экологический эффект. Большое внимание уделяется повышению эффективности очистки производственных сточных вод.

Значительно уменьшить загрязненность воды, сбрасываемой предприятием, можно путем выделения из сточных вод ценных примесей, сложность решения этих задач на предприятиях химической промышленности состоит в многообразии технологических процессов и получаемых продуктов. Следует отметить также, что основное количество воды в отрасли расходуется на охлаждение. Переход от водяного охлаждения к воздушному позволит сократить на 70-90 % расходы воды в разных отраслях промышленности. В этой связи крайне важными являются разработка и внедрение новейшего оборудования, использующего минимальное количество воды для охлаждения.

Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, из которых одним из наиболее эффективных является применение реагентов.

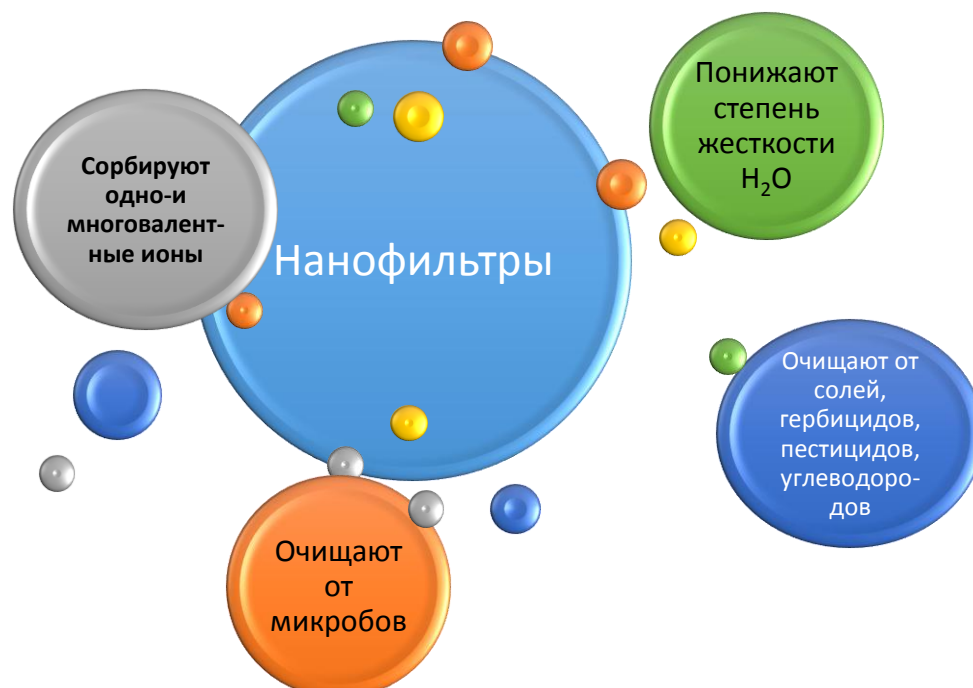
Использование реагентного метода очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение. Более широкое внедрение этого метода как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой производственных сточных вод.

В ближайшей перспективе намечается внедрение мембранных методов для очистки сточных вод.

На реализацию комплекса мер по охране водных ресурсов от загрязнения и истощения во всех развитых странах выделяются ассигнования, достигающие 2-4% национального дохода ориентировочно, на примере США, относительные затраты составляют (в %): охрана атмосферы 35,2 %, охрана водоемов - 48,0%, ликвидация твердых отходов - 15,0%, снижение шума - 0,7%, прочие 1,1%. Как видно из примера, большая часть затрат - затраты на охрану водоемов. Расходы, связанные с получением коагулянтов и флокулянтов, частично могут быть снижены за счет более широкого использования для этих целей отходов производства различных отраслей промышленности, а также осадков, образующихся при очистке сточных вод, в особенности избыточного активного ила, который можно использовать в качестве флокулянта, точнее биофлокулянта.

Таким образом, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ



Всё более актуальными становятся поиски новых методов очистки. Применение наноматериалов может помочь улучшить существующие, а также создать совершенно новые технологии и материалы, используемые для очистки воды. С помощью нанотехнологий можно усовершенствовать способы обработки и доставки воды в удаленные регионы без достаточных запасов электрической энергии.

Специально созданные наноматериалы являются новым классом, который относительно мало известен большинству специалистов по охране окружающей среды и водопользования. Однако постепенно ситуация меняется к лучшему. Благодаря дальнейшим исследованиям безопасных, дешевых и эффективных методов обработки воды постепенно меняются прежние традиционные практические способы.

Нанопористые материалы могут применяться для разложения многих соединений при использовании мембран с очень развитой поверхностью. Кроме того, микропористые вещества представляют прекрасную основу для создания новых типов фильтров, механически задерживающих требуемые типы частиц как в воде, так и в воздухе.

Нанофильтры позволяют выделять из воды одновалентные и многовалентные ионы, понижать степень её жесткости, очищать от солей, микробов, пестицидов, гербицидов и углеводов.

Керамические мембраны

Мембраны и фильтры разнообразных размеров используются для разделения веществ. В зависимости от своих свойств им удается выполнять эту работу с переменным успехом.

При ультрафильтрации создается повышенное давление с одной стороны мембраны, которое способствует прониканию компонентов с малым молекулярным весом сквозь поры. При этом более крупные молекулы могут перемещаться только вдоль мембраны и не проникают сквозь поры из-за своего размера.

Полупроницаемая ультрафильтрационная мембрана имеет поры величиной от 0,0025 до 0,01 мкм.

Исследователь из центра СВЕН Университета Райс (США) создали реактивные мембраны из ферроксана (ferroxane), то есть керамики на основе оксида железа.

Благодаря уникальным химическим свойствам железа эти реактивные мембраны позволяют очищать воду, удаляя из нее загрязняющие вещества и органические отходы. Кроме того, обнаружено, что ферроксановые материалы способны разлагать загрязнения с бензойной кислотой.

При использовании мембран из *алюмоксана (alutoxane)*, то есть керамики на основе оксида алюминия, ученые научились управлять их свойствами (толщиной, распределением диаметров пор, проницаемостью), контролируя размеры алюмоксановых частиц и режим термической обработки мембраны. Наноструктурные керамические мембраны способны фильтровать и очищать воду в пассивном и активном режимах. Керамические мембраны можно использовать в традиционных системах очистки загрязненной воды и воздуха.

Интеграция нанокатализаторов и методов очистки воды позволяет получить новые преимущества.

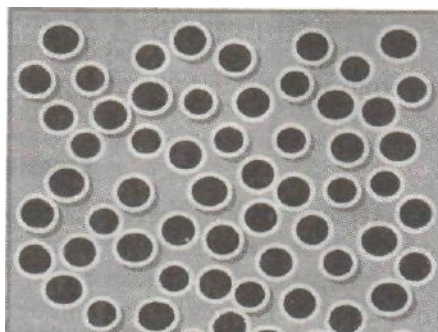


Рис. 1. Типичное распределение размеров пор по керамической мембране.

Нанокатализаторы – вещества или материалы, которые обладают каталитическими свойствами и имеют по крайней мере один наноразмер.

Благодаря увеличению поверхностной площади нанокатализаторы обладают большей контактной поверхностью и более эффективно реагируют, чем сплошные материалы. Нанокатализаторы можно использовать, например, для очистки загрязненных грунтовых вод, в обычных устройствах для очистки воды, а затем восстанавливать их.

Микроорганизмы в очистке воды от органических загрязнений, не растворяющихся в воде.

С помощью методов генетической инженерии микроорганизмам придали свойства производить ферменты, если они оказываются в среде, содержащей органические растворители. Молекулы ферментов, синтезируемые бактериями, по своим размерам являются природными нанообъектами. Ферменты катализируют биохимические реакции, которые могут протекать в живых системах и за их пределами. Важным свойством ферментов является то, что они сохраняют свою эффективность и специфичность за пределами клетки. Ферменты нетоксичны, «работают» на любом сырье, включая отходы. Они находят широкое применение для очистки отходов текстильной, кожевенной, целлюлозно-бумажной, химической промышленности, разных антропогенных органических загрязнителей окружающей среды. Это делает их незаменимыми с экологической и экономической точек зрения.

Использование принципов функционирования ресничек и жгутиков в нанотехнологиях³

Искусственные нанореснички были созданы из тончайших гибких металлических наностержней диаметром 200 нм и длиной нити 10 мкм. Чтобы вызвать согласованное движение ресничек, исследователи воздействовали на них переменным магнитным полем. В качестве слизи были смоделированы не только реснички, но и процесс самоочищения покрытой ими поверхности.

³ В.Ф.Сыч, Е.П.Дрождина, А.Ф.Санжарова. Учебное пособие для учащихся 10-11 классов «Введение в нанобиологию и нанобиотехнологии». ООО «Издательство «Лема», СПб, 2011 г.

Прототипом искусственных наноресничек стали реснички эпителиальных клеток, выстилающих изнутри трубкообразные дыхательные пути – трахеи и бронхи. Биение ресничек на внутренней поверхности дыхательных путей обеспечивает перемещение слизи, покрывающей их внутреннюю поверхность. Слизь осаждает и уносит на себе пылевые частицы, вирусы, бактерии способствуют очищению органов дыхания.

Железные наностержни, имитирующие биологические реснички, могут способствовать очищению почвы, воды.

Жгутиковые электромоторы бактерий привлекают ученых своей необычной эффективностью. Они вращаются со скоростью, достигающей 50-100 оборотов в секунду. У некоторых видов в секунду. Электромоторы бактерий очень экономичны: они потребляют не более 1% энергетических ресурсов бактериальной клетки.

Интересной является информация о жгутиковом моторе кишечной палочки, который является одним из наиболее древних наноустройств планеты, созданным природой более 3 млрд лет тому назад. Он представляет собой электромотор, который в качестве источника энергии использует разность потенциалов на клеточной мембране. Наноаналог жгутикового мотора кишечной палочки может быть использован для защиты окружающей среды от загрязнения.

Раздаточный материал. ГРУППА №3

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

Почва представляет собой сложенную смесь неорганических минералов (преимущественно глины, ила и песка), разложившегося органического вещества, воды, воздуха и миллиардов живых организмов.

Пищу, которую мы едим в том или ином виде, дает почва. Лес и почва неразделимы, взаимосвязаны.

Почва удерживается на одном месте растительным покровом. Она накапливает воду, не давая ей излиться всепокрывающими потоками, и расходует ее по каплям для питания растений. Микроорганизмы разлагают органические и неорганические вещества почвы, вырабатывая необходимые для жизни живых организмов химические вещества. Почвенные бактерии разлагают выброшенный нами мусор. Дома, дороги, коммунальные предприятия, заводы по переработке мусора, как и другие сооружения, используемые человеком, построены на почвах. Почва на самом деле является основой жизни и цивилизации.

Хозяйственная деятельность человека способствует снижению плодородия почвы, усилению воздушной и водной эрозии почвы, ее засолению, защелачиванию и химической деградации. В результате этих явлений в мире из севооборота уходит столько же земель, сколько вводится в результате мелиоративных и ирригационных работ, на которые тратятся огромные средства.

Эрозия от антропогенного воздействия происходит в 100-1000 раз быстрее, чем в природных условиях. В результате эрозии антропогенного происхождения за последние столетия потеряно 2 млрд. га плодородных земель. Разрушению почвы способствует вырубка леса.

Через почвенный покров осуществляются сложнейшие процессы обмена вещества и энергии в биосфере в целом. Почва имеет большое значение в утилизации, обезвреживании жидких нечистот и твердых отходов.



Города мира ежегодно выбрасывают в окружающую среду 3 млрд. т твердых промышленных и бытовых отходов, более 500 млрд. м³ сточных вод и около 1 млрд. т различных аэрозолей.

В результате деятельности человека в биосферу за последние 100 лет попало 1,35 млн. т кремния, более 1 млн. т никеля, 200 тыс. т кобальта, 600 тыс. т цинка, 600 тыс. т сурьмы и др.

Ежегодно на полях рассеивается около 500 млн. т минеральных удобрений, свыше 4 млн. т ядохимикатов.

Кроме того, на состояние почвы влияет интенсивная добыча минерального сырья, настоящее время ежегодно мировое потребление минерального сырья 100 млрд. т. В результате его добычи облик планеты сильно меняется. В ряде стран скрыты целые горы, служившие источниками рудного сырья. В других странах в районах рудников и шахт создаются искусственные горы (терриконы). В местах открытых разработок образуются глубокие впадины.

Внеурочная деятельность. РАБОТА В РЕЖИМЕ кейс-study

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ. ПРОБЛЕМЫ, ПОИСК РЕШЕНИЙ

В процессе деятельности человека происходит постоянное изъятие ресурсов, их перемещение, переработка и возвращение в природу. Города, урбанизированные территории являются замыкающими звеньями в цепи ресурсных циклов. Здесь происходит максимальное накопление отходов функционирования человечества, результатов выбросов, сбросов, размещения жидких и твердых отходов, причем в почве накапливаются поступающие в окружающую среду вредные вещества. Состояние почв, грунтов имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, поскольку почвы представляют собой начальное звено пищевых цепей, интегральный показатель экологического состояния окружающей среды и источник вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы поверхностных и грунтовых вод. Кроме вторичного воздействия на здоровье населения через продукты питания или загрязнение вод и воздуха, возможно и прямое воздействие загрязненных почв на здоровье населения, особенно детей, за счет непосредственного контакта и попадания патогенных микроорганизмов почвы в организм.

Сегодня на одной трети возделываемых земель планеты пахотный слой разрушается быстрее, чем восстанавливается. Ежегодно в реки, озера и океаны смывается столько почвы, что ею можно было бы загрузить товарный поезд, длины которого хватило бы, чтобы 150 раз опоясать земной шар. При таких темпах мир теряет примерно 7% пахотного слоя потенциальной пашни каждые 10 лет. Ситуация становится еще более серьезной, по мере того как фермеры начинают обрабатывать непригодные для ведения сельского хозяйства земли, чтобы прокормить растущее население земли. Такое обращение с почвой превращает ее из потенциально возобновимого ресурса в невозобновимый.

Опустынивание. Серьезные и обостряющиеся проблемы современности

Согласно Программе Организации Объединенных Наций по охране окружающей среде, около 35% суши планеты, на которых старается выжить одна пятая населения мира, представляют собой пустыню или полупустыню. В засушливых регионах мира сочетание природных процессов и хозяйственной деятельности человека приводит к увеличению площади пустынь угрожающими темпами.

Преобразование пастбищ, неорошаемых и орошаемых пахотных земель в подобие пустыни, которое приводит к спаду сельскохозяйственного производства на 10% и более, называется **опустыниванием**. Следствием умеренного опустынивания является снижение продуктивности земель на 10—25%, сильного — на 25—50%. Результатом очень сильного опустынивания становится падение продуктивности обрабатываемых угодий на 50% и более и образование глубоких оврагов и песчаных дюн.

Опустынивание большей частью происходит вблизи границ существующих пустынь. Оно вызывается обезвоживанием верхних горизонтов почвы в период продолжительных засух и повышенным испарением из-за высоких температур и сильных ветров.

Однако темпы естественного опустынивания значительно ускоряются в результате следующих видов хозяйственной деятельности человека, которые делают почву уязвимой для водной и ветровой эрозии:

- **сверхинтенсивного использования пастбищ, вызванного выпасом слишком больших стад крупного рогатого скота на небольшом участке земли (основная причина опустынивания);**
- **неправильного управления почвенными и водными ресурсами, ведущего к усилению эрозии, засолению и заболачиванию почвы;**
- **возделывания непригодных для обработки почв или земель;**
- **обезлесения и открытой разработки полезных ископаемых без проведения адекватных лесовосстановительных работ.**

Эта разрушительная деятельность усиливается быстрым ростом и высокой плотностью населения, бедностью и плохим управлением землей. Последствиями опустынивания являются усиление засухи, голод, снижение жизненного уровня и быстрый рост числа экологических беженцев. По оценкам, за последние 50 лет опустыниванию подверглись около 810 млн. гектаров земли.

Источники загрязнения почвы подразделяются следующим образом:

- *бытовые предприятия и жилищная застройка.* Здесь основными загрязняющими компонентами являются бытовые и пищевые отходы, строительный мусор, фекалии, отходы отопительных систем;
- *промышленные предприятия.* Характер отходов промышленных предприятий определяется типом производства. В отходах предприятий металлургической промышленности присутствуют соли различных металлов. Машиностроительная промышленность загрязняет почву цианидами, соединениями мышьяка, бериллия, химическая промышленность является источником отходов бензола, фенола, углеводов; к сожалению, отходы промышленных предприятий, так называемые опасные отходы, могут содержать смертоносные побочные продукты. Неправильное захоронение которых (несанкционированные свалки, сваленные в полях и др.) приводит к тяжелым последствиям.
- *теплоэнергетика.* Мощным источником окислов серы являются теплоэлектростанции, выбросы которых могут стать причиной закисления почв. Кроме того, при сжигании каменного угля выделяется огромное количество сажи, оксидов, радиоактивных элементов, тяжелых металлов, в конечном итоге оседающей в почвах;
- *сельское хозяйство.* В процессе сельскохозяйственного производства почвы загрязняются ядохимикатами и пестицидами, применяемыми для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней;

- *транспорт.* При работе двигателей внутреннего сгорания вместе с выхлопными газами в почву выбрасываются оксиды азота, свинец, сера, углерод, углеводороды, целый ряд оксидов металлов;
- *атмосферный воздух.* Вредные примеси оседают на почве, а некоторые просачиваются в грунтовые воды, и часть из них в виде взвесей возвращается обратно в атмосферу при эрозии почвы;
- *засоление и заболачивание.* Наблюдается снижение продуктивности земель за счет чрезмерного накопления солей (засоления) и подъема уровня грунтовых вод (заболачивания). Применение пестицидов способствует повышению производительности сельского хозяйства, но со временем у насекомых против них вырабатывается иммунитет. Следы этих химикатов прослеживаются во многих продуктах, выращенных на обработанных пестицидами почвах, в грунтовой воде, которую пьют многие люди, и в воздухе, которым мы дышим.

Следует отметить и проблемы орошения: засоление и заболачивание. В настоящее время системами орошения охвачено примерно 18% пахотных земель планеты, на которых выращивается около трети всего продовольствия.

Орошение позволяет увеличить урожайность с одного гектара в 2 — 3 раза. Однако орошение имеет также и отрицательные побочные эффекты. Поступая на поверхность и просачиваясь в почву, вода растворяет соли, тем самым увеличивается соленость воды.

Значительная часть этой воды затем испаряется в атмосферу, оставляя на поверхности почвы скопления различных солей, в частности хлорида натрия. Накопление солей в почве называется **засолением**. Следствием засоления является чрезмерное потребление воды, увеличение капитальных и текущих расходов, замедление роста растений, падение урожайности. В конечном счете земля становится бесплодной.

По оценкам, в настоящее время засоление отмечается на одной четверти орошаемых площадей мира. Половина из них находится в Индии и Пакистане.

Соленость речной воды увеличивается по мере приближения к устью, так как она неоднократно выкачивается из реки и вновь в нее возвращается. Использование этой более соленой воды для орошения ускоряет темпы засоления почвы.

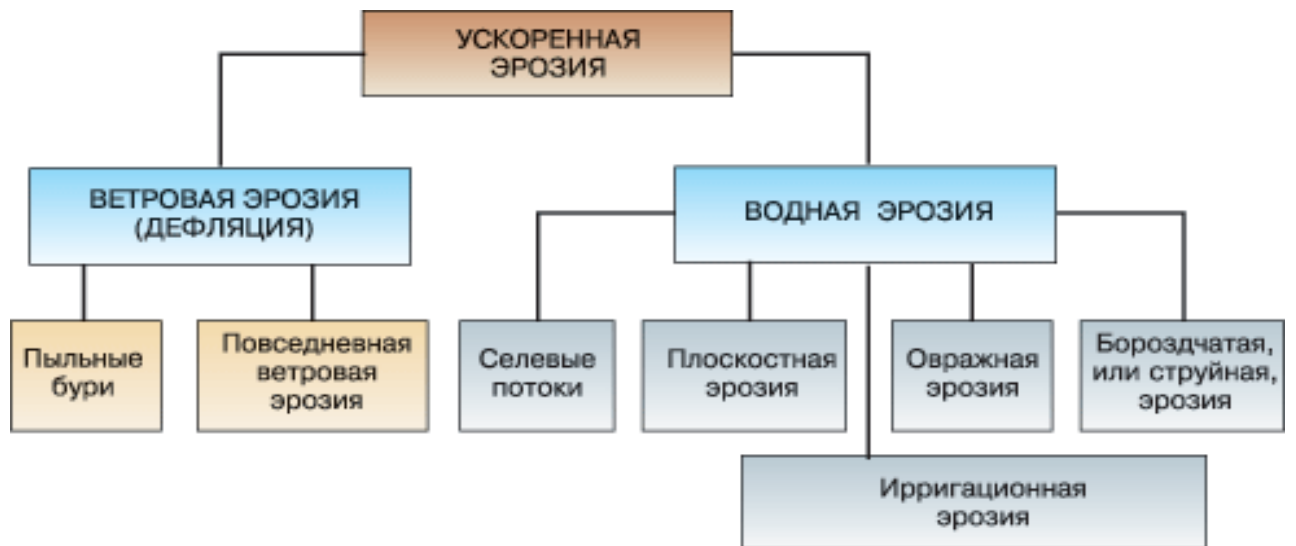
Со временем соленость воды в реке настолько повышается, что она становится непригодной для ирригации⁴.

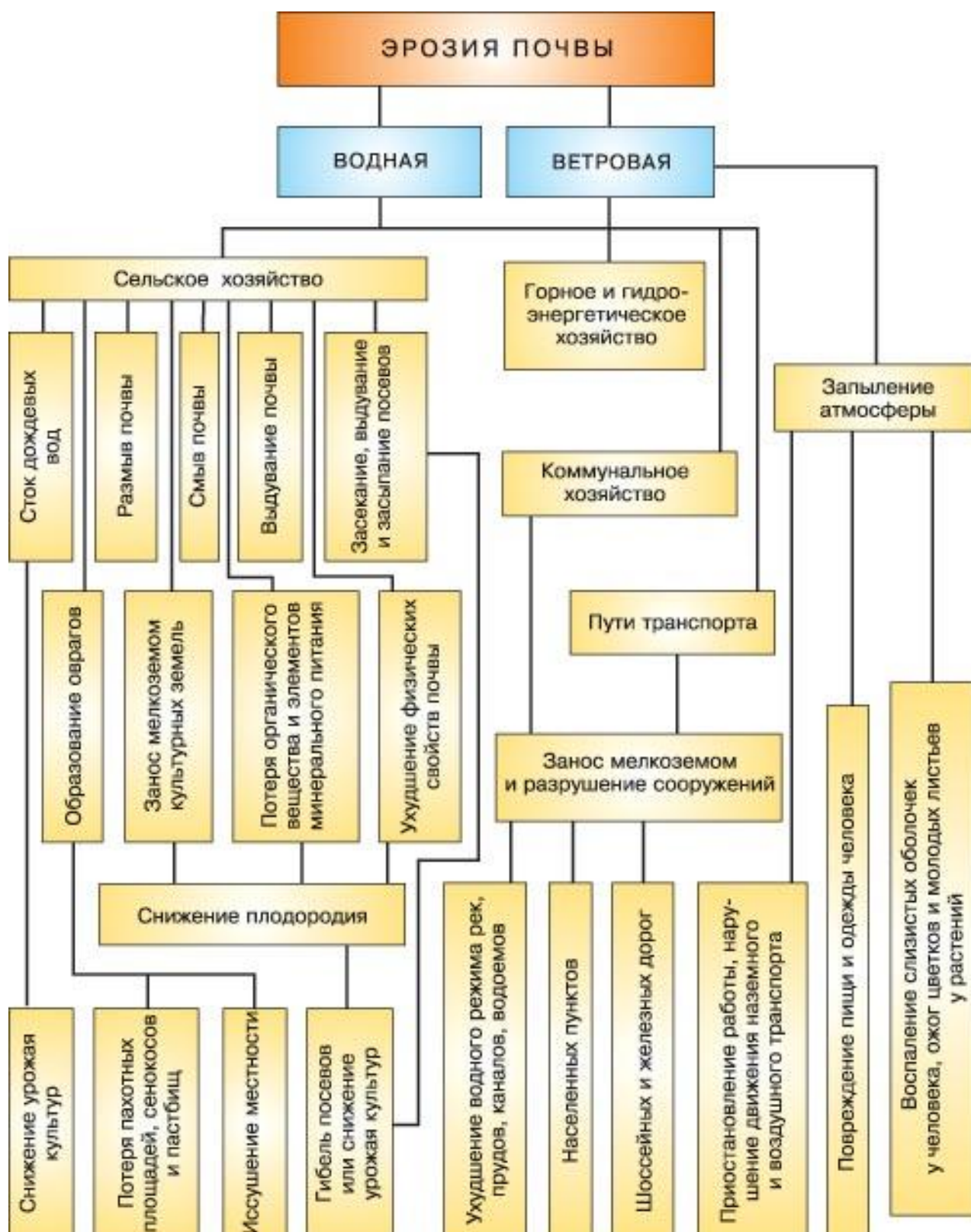
Одним из способов борьбы с засолением почвы является вымывание из нее солей за счет использования большего количества ирригационной воды, чем необходимо для выращивания урожая. Однако это приводит к увеличению стоимости сельскохозяйственных работ и значительному перерасходу воды. Другой способ состоит в выкачивании грунтовой воды из центрального колодца и распылении ее с помощью дождевальной установки, которая вращается вокруг своей оси. Этот метод обеспечивает дренаж и особенно эффективно предотвращает засоление, но при этом на испарение теряется по меньшей мере 30% воды. Кроме того, грунтовая вода в открытых водоносных горизонтах со временем становится слишком соленой для орошения и других вариантов использования, если отсутствуют дорогостоящие дренажные системы.

К особо опасным последствиям отрицательного воздействия человека на почвы является антропогенная (ускоренная) эрозия. Под эрозией почвы понимают процессы разрушения и выноса плодородного слоя водой и ветром. Естественная эрозия протекает медленно, и процессы вымывания и выдувания почв уравниваются естественным почвообразованием. При антропогенной (ускоренной) эрозии разрушение почвы происходит во много раз быстрее естественных процессов её восстановления.

Различают несколько типов ускоренной эрозии.

⁴ **Ирригация** - подвод воды на поля, испытывающие недостаток влаги, и увеличение её запасов в корнеобитаемом слое почвы в целях увеличения плодородия почвы.





Межзональные мероприятия по борьбе с эрозией почв включают следующие:

- противоэрозионную организацию территории, что требует правильного размещения и чередования севооборотов, полевых защитных лесонасаждений и гидротехнических сооружений;
- введение почвозащитных и лугопастбищных севооборотов, включающих многолетние травы, занятые пары, сокращение площадей пропашных культур и

- чёрных паров;⁵
- прекращение рядового посева растений, культивация⁶ полей вдоль склонов;
- создание на склонах полос-буферов из многолетних трав;
- укрепление, облесение склонов оврагов, песков, создание защитных лесонасаждений;
- залужение и закрепление ложбин, крутых склонов, заравнивание промоин;
- регулирование выпаса скота в балках, на крутых склонах, супесчаных и песчаных почвах;
- специальные меры по защите насыпей дорог от размыва.

Зональные мероприятия по борьбе с эрозией очень разнообразны. В группу агротехнических мер включают:

- вспашку, культивацию, посев растений поперёк склона;
- углубление пахотного слоя для лучшего впитывания влаги и уменьшения поверхностного стока;
- безотвальную обработку почв по стерне;
- прокладку на глубине 40—50 см специальных горизонтальных скважин, или дрен, для стока излишней воды и др.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Загрязнение почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами

По распространенности и токсикологическому действию различают загрязнение почв неорганическими и органическими токсикантами.

В группе неорганических токсикантов особое место занимают *тяжелые металлы*, к которым условно относят химические элементы с атомной массой свыше 50, обладающие свойствами металлов или металлоидов. Считается, что тяжелые металлы являются наиболее токсичными химическими элементами, так как, во-первых, обладают большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способны инактивировать последние, а во-вторых, способны медленно накапливаться в организме человека, оказывая не только явно выраженное специфическое действие, но и хронические неспецифические действия.

Для центральной части Санкт-Петербурга характерен сложный мозаичный рисунок размещения геохимических ландшафтов, что отражается на усложнении циклов миграции химических элементов.

Анализ данных предыдущих лет показал, что для обследованной территории города, установлен следующий ряд накопления (в порядке убывания концентраций): ртуть→цинк→свинец→кадмий→хром→медь. Содержание ртути превышает фоновое в среднем в 13 раз, цинка – в 9, свинца – в 8, кадмия – в 6, хрома и меди – в 5 раз. Следует отметить, что загрязнение исторической части Санкт-Петербурга выше, чем в других

⁵ **Паром** называют поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение определенного периода, тщательно обрабатываемое, как правило, удобряемое и поддерживаемое в чистом от сорняков состоянии. Пары делятся на чистые (черные, ранние), занятые, кулисные, сидеральные. Чистым паром называют паровое поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение вегетационного периода. В этом поле проводят тщательную обработку почвы с целью уничтожения сорных растений и создания лучших условий для прорастания семян и вегетативных органов сорняков с последующим их уничтожением. В этот период также вносят и заделывают органические и минеральные удобрения. Чистый пар служит для накопления влаги и пищи в почве.

Черный пар — это чистый пар, обработку которого начинают летом или осенью вслед за уборкой предшественника.

6 Культивация (от позднелат. *cultivo* — обрабатываю, возделываю) - рыхление обработанной почвы (без оборачивания) с подрезанием сорняков.

зонах. Несколько меньше загрязнены восточные и южные сектора и в наименьшей юго-западные и северо-западные.

Наиболее крупные ореолы комплексного чрезвычайно опасного загрязнения тяжелыми металлами приурочены к трем группам объектов:

- старые промышленные зоны;
- жилые зоны старой застройки в историческом центре города;
- закрытые и действующие полигоны ТБО и несанкционированные свалки.

По форме проявления загрязненности элементы разделены на две основные группы:

- первая — площадный характер распространения, формирование которого связано с процессами функционирования урбанизированных территорий — транспортом, отоплением, использованием некоторых строительных материалов, и в относительно меньшей степени — с деятельностью промышленных предприятий — Hg, Pb, Zn, Cd, Cu;

- вторая — образование локальных ореолов загрязнения, явно связанных с конкретными производствами, — As, Mo, Sb, Ni, Co, Bi и др.

Даже окраинные районы города загрязнены свинцом в количестве, превышающем ПДК до 3 раз, а исторический центр города — в 3—10 раз. Данные уровни несомненно связаны с выбросами автотранспорта, к которому добавляются выбросы промышленности — наиболее загрязненные участки приурочены к ряду предприятий города и полигонам ТБО. Аналогичный характер имеют схемы распределения содержаний кадмия, цинка и других элементов.

В то же время распределения в почвах висмута хрома, никеля, кобальта носят абсолютно другой характер: на фоне равномерно низких содержаний по всей территории города выделяются небольшие по площади, но крайне контрастные ореолы загрязнения данными технофильными элементами. Каждый ореол приурочен к конкретному источнику — предприятию или свалке.

Выводы:

Результаты исследований свидетельствуют о незначительном снижении доли не соответствующих проб почвы на территориях детских учреждений и детских площадок города Санкт-Петербурга по санитарно-химическим и увеличению доли проб почвы не соответствующих на микробиологические показатели;

Анализ результатов исследований почвы на санитарно-химические и микробиологические показатели в мониторинговых точках позволяет сделать вывод, что основными источниками загрязнения почвы являются: выбросы автотранспорта и промышленных предприятий, недостаточное количество специально оборудованных организованных стоянок автотранспорта, отсутствие площадок для выгула собак и т.д.

Основной задачей в области поддержания санитарного состояния почвы является выполнение «Программы работ по обеспечению экологической безопасности детей и школьников Санкт-Петербурга» с включенными по инициативе Управления территориями детских дошкольных и образовательных учреждений, в которых почва не соответствует гигиеническим требованиям.

Обращение с отходами производства и потребления

Количество образующихся отходов производства и потребления ежегодно увеличивается. Полигоны исчерпали свой ресурс и подлежат рекультивации. Объемы переработки и вторичного использования отходов остаются низкими.

Санкт-Петербург располагает двумя мусороперерабатывающими заводами (далее – МПЗ) общей мощностью 414 тыс.тонн/год, входящими в состав предприятия СПб ГУП «Завод МПБО-2» и расположенными по адресам: г. Санкт-Петербург, Волхонское шоссе, д. 116 и на территории Ленинградской области в дер. Янино.

Однако существующая на сегодняшний день система переработки отходов на объектах ГУП «Завод МПБО-2» выполняет только задачу частичного обезвреживания ТБО, незначительно сокращая их массу, идущую на захоронение.

В целях исполнения поручения Президента Российской Федерации от 29.03.2011 г. № Пр-781 Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 29.05.2012 г. № 524 утверждена «Региональная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми и промышленными отходами в Санкт-Петербурге на 2012-2020 годы».

Выводы:

Низкие темпы выполнения целевой и адресных программ, отсутствие реализации предусмотренных мероприятий, нехватка производственных мощностей переработки и уничтожения бытовых, промышленных и строительных отходов, а также их вторичного использования, приводят к перегрузу полигонов (свалок) города и области, загрязнению почвы и атмосферного воздуха;

Отсутствие государственного регулирования деятельности организаций-перевозчиков при организации сбора, транспортирования, переработки и размещения отходов, в том числе отсутствие мониторинга транспортирования ТБО из мест их образования до мест переработки, захоронений, приводит к возникновению несанкционированных свалок на территории города.

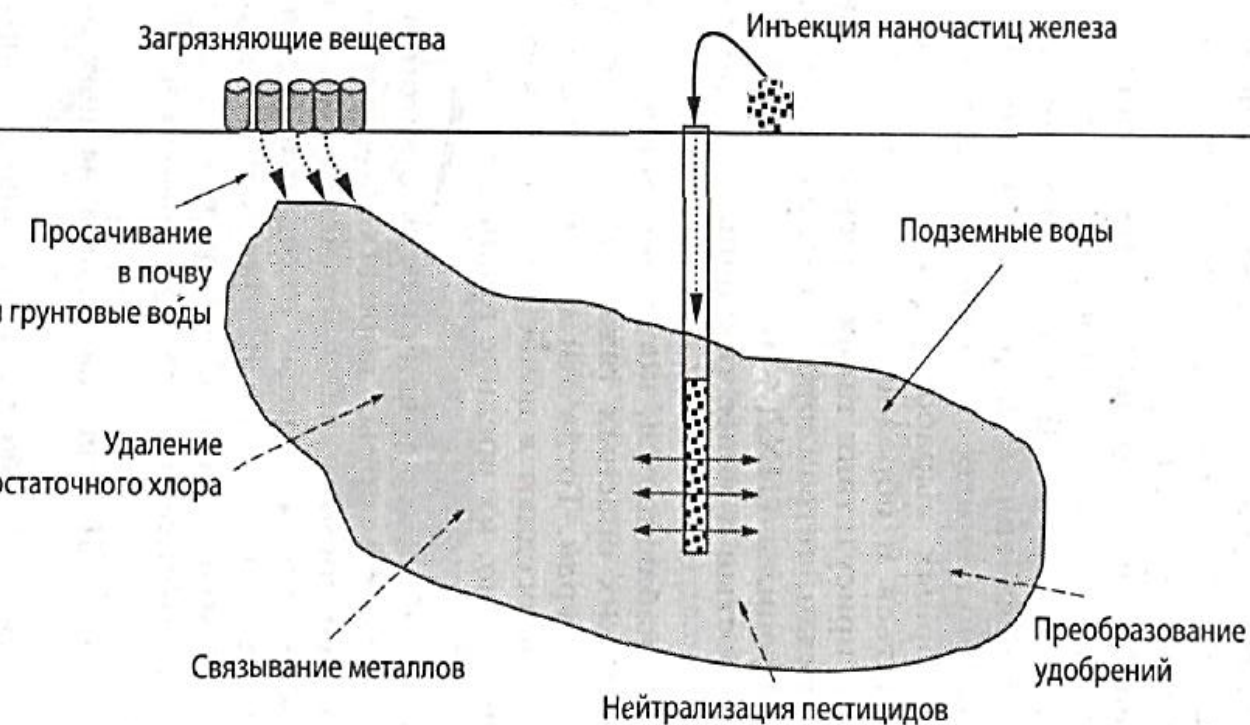
Инновационные подходы (нанотехнологии) для решения проблем загрязнения почвы

Использовать наномасштабный железный порошок, способный очищать почву и грунтовые воды. Железо, один из наиболее распространенных металлов на Земле, может стать недостающим звеном в решении проблемы очистки почвы и воды.

Опасные тяжелые металлы в почве и грунтовых водах нейтрализуются инъекцией наночастиц железа

На свойства наночастиц железа не влияют кислотность, температура или содержание питательных веществ в почве. Крошечные размеры (1 — 100 нм, что в 10—1000 раз меньше бактерии) позволяют наночастицам железа легко и быстро перемещаться между частицами почвы. Лабораторные и полевые испытания показали, что благодаря наночастицам железа уровни загрязнения возле места инъекции значительно падают уже за 1—2 дня и снижаются практически до безопасного уровня за несколько недель. Результаты этих исследований показывают, что наночастицы железа остаются активными в течение 4—6 недель, то есть до тех пор, пока не распределятся в грунтовых водах до достижения естественной концентрации железа в природе.

Этот тип нанотехнологической инновации может быстро улучшить ситуацию в загрязненной окружающей среде. Более того, он может вдохновить других исследователей на поиски новых способов очистки от загрязняющих веществ. Следует отметить, что метод Чжана гораздо дешевле и эффективнее, чем раскопки загрязненной почвы и ее полная переработка обычными методами.



Приложение 2

Клуб старшекласников.

Цель: создание школьного сообщества, реализующего деятельностный подход на стыке науки и техники.

Задачи:

1. Способствовать развитию у учеников учебно-познавательной деятельности, побуждающей к овладению способами «добывания» знаний и решения практико-ориентированных вопросов, задач, связанных с устойчивым развитием и способствующих формированию экологической культуры.
2. Развивать способность самостоятельно оценивать полученные результаты, выявлять причинно-следственные связи, рассуждать логически, аргументировано отстаивать свою точку зрения.
3. Помочь ученикам приобрести собственный опыт в исследовательской и проектной деятельности экологической направленности.
4. Стимулировать формирование межпредметных интегрированных знаний, универсальных учебных действий; достижение личностных, предметных и метапредметных результатов.
5. Активно использовать возможности современных компьютерных технологий.
6. Содействовать привлечению общественности к решению экологических проблем через прохождение общественной презентации проектной и исследовательской деятельности.

Модель работы учеников в разных секциях клуба старшекласников:

(биотестирование, биоиндикация, химический анализ, микробиологический анализ, нормальная физиология, коммунальная гигиена)

- анкетирование учеников, беседы с родителями, учителями, классными руководителями, что позволяет определить интересы, приоритеты, запросы ребят;
- выбор учеником темы исследования, этому процессу способствует отбор предлагаемой информации на первых порах, т.е. необходимо провести дайджест. Впоследствии ученики сами предлагают тему проекта, исследования;
- определение проблемы, выдвижение гипотезы;
- проектирование пути решения проблемы;
- помощь учителя – консультанта, наставника в выборе форм, методов, технологии, ресурсов, необходимых для решения проблемы, при этом важно не разрушать позицию «автора», т.к. в ней объединены важные компоненты жизнедеятельности человека - автономия и созидание. Автономия – право на самостоятельность, созидание - воплощение самостоятельности в авторский «Продукт»;
- сотрудничество учителя и ученика в овладении экспериментальными методами исследования (биотестирование, биоиндикация, химический анализ, микробиологический анализ, работа с цифровыми микроскопами, что позволяет освоить новейшие методы исследования, связанные с естественными науками, экологией);
- обсуждение с учителями (куратор, наставник) ситуаций затруднения. Каждая ситуация затруднения – это вызов. Обсуждаемые вопросы: принять или не принять этот вызов. Если принять, то какие необходимы ресурсы (знаниевые, аналитические, практические, межпредметные и др.) для достижения поставленной задачи;
- полевая практика – «добывание» объекта исследования. Для участников Клуба старшекласников это вода из Финского залива, Невы, Охты, малых рек С-Петербурга, водоемов исторической части города: садов Михайловского, Летнего,

Таврического; питьевая, ключевая, колодезная вода; почва из разных районов города, песок из детских песочниц Выборгского, Калининского р-на СПб;

- экспериментальное исследование качества воды, почвы, песка, используя методы биотестирования, биоиндикации, химического и микробиологического анализа;
- статистическая обработка результатов;
- обсуждение полученных результатов, дискуссия и выводы. Дискуссия может быть устной и письменной. Во время устной дискуссии ученику проще сформулировать свою точку зрения, выводы. Письменная форма ведения дискуссии уменьшает возможность возникновения стрессовой ситуации, тревожности. При этом задача учителя (наставника) направить дискуссию в нужное русло, помочь ученикам сформулировать «вызовы», связанные с полученными результатами исследований и найти ответ на них. На данном этапе ученики выделяют содержание новых для них знаний, проблем, определяют способы и структуру совместного выполнения действий, связанных с подготовкой к общественной презентации результатов исследовательской работы.

Сложность и изюминка этого этапа состоит в его структуре:

- ученикам необходимо показать, что данная работа актуальна и практико-ориентированна;
- еще раз проанализировать соответствие проделанной работы заданным целям и задачам;
- представить литературный обзор, связанный с темой исследования, проекта (по сути дела осуществить дайджест), а следовательно, ребятам необходимо освоить основы смыслового чтения и работу с текстом;
- при представлении полученных результатов не забывать о статической обработке и научном их объяснении;
- выводы должны быть лаконичными и четкими.

Выполнение исследовательской, проектной работы, ее презентация помогают ученикам эффективно сотрудничать, работая в группе. Продуктивно и творчески взаимодействовать со сверстниками и взрослыми, внимательно относиться к разным мнениям. Но при этом цивилизованно отстаивать свою точку зрения; брать на себя инициативу в организации совместной деятельности (деловое лидерство), особенно, если группа разновозрастная.

Еще один важный фрагмент, необходимый при представлении работы, – ее практическая значимость. И в этом случае ученики должны выделить наиболее эффективные решения и способы доказательства значимости предлагаемых механизмов решения проблемы. Например, если мониторинг водоемов СПб свидетельствует о неудовлетворительном качестве воды, то компьютерное моделирование, прогнозирование, проведенное учащимися, покажет, какой будет качество воды в СПб через 3 года. Неблагоприятный прогноз требует ряда мероприятий, в т. ч. использование высоких технологий для очистки канализаций, сточных вод и т.д.

Данные мониторинга, моделирования, прогнозирования ситуации должны быть представлены в средствах массовой информации, на конференциях и олимпиадах разного уровня, в Роспотребнадзор.

Подготовка презентации научно-исследовательской, учебно-исследовательской работы

Сегодня возможности компьютерных и интернет-технологий позволяют ученикам подготовить презентации в разных режимах от традиционных до Prezi презентаций, что в свою очередь стимулирует освоение учениками технологии создания графических объектов (диаграммы, графика), проектировать дизайн презентации в соответствии с целями, задачами, результатами, проводить обработку цифровых фотографий и т.д.

Представление презентаций требует от ученика:

- ясно, логично, точно излагать суть материала, используя языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме;
- умение четко отвечать на вопросы, что, как правило, требует широкого кругозора, интегрированных и надпредметных знаний;
- осознавать ответственность за достоверность и качество выполненного исследования, проекта.

Многокомпонентная работа обучающихся на стыке наук, освоение и проведение экологических исследований и проектов, стартапы по проблемам экологии, общетсвенная презентация работ способствуют формированию у ребят экологического мировоззрения, ответственности, экологической культуры.

Клуб «Высокие технологии. Экология»

Задачи деятельности клуба «Высокие технологии и экология»:

- привлечь внимание школьников к жизненно важным проблемам: нанотехнологиям, альтернативной, в том числе водородной, энергетике, водородной экономике;
 - познакомить с деятельностью ВУЗов, занимающихся конвергентными нано-, био-информационными и когнитивными технологиями;
 - подготовить учащихся к междисциплинарному образованию в ВУЗе, реализации метапредметных и ключевых компетентностей;
 - Условия, позволяющие решить задачу:
 - элективные курсы «Энергия — основа жизни на земле, «Энергосбережение».
 - экспериментальная работа учеников с солнечно-водородным комплексом и лабораторно-демонстрационным комплексом «Водородная энергетика». (Комплексы подарены лицу Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе.)
 - Демонстрация экспериментальной модели автомобиля на водородном топливе (подарок международного водородного клуба «МИРЭА»);
 - пропагандировать нанотехнологии, водородную энергетiku, как экологически чистые, соответствующие позитивному развитию научно-технического прогресса. Девиз: «Водородная энергетика, нанотехнологии — источники экологически чистой и ресурсно-неограниченной энергии».
- В.В. Путин в послании Федеральному Собранию Российской Федерации сказал: «Сегодня для большинства людей нанотехнологии — это такая же абстракция, как и ядерные технологии в 30-е годы прошлого века. Однако нанотехнологии уже становятся ключевым направлением развития современной промышленности и науки». Условия, позволяющие решить задачу: ролевые игры, конференции, семинары, фестивали, организуемые учителями и учениками лица для учащихся образовательных учреждений г. Санкт-Петербурга, родительские собрания, на которых ученики рассказывают о своей экспериментальной работе, информация о работе клуба в СМИ Санкт-Петербурга, России;*
- использование информационно-коммуникационных технологий для обсуждения с учащимися ближнего и дальнего зарубежья проблем экологической и энергической безопасности стран в целях устойчивого развития общества, например, интернет-конференции с учениками Финляндии, Швеции, Москвы;
 - включение учащихся в понимание идей и перспектив развития инновационных технологий требует приобщения их к изучению методов научного познания, формирования исследовательской компетентности, развития конвергентного и технического мышления.

В проведении учебно-исследовательской, научно-исследовательской проектной работы помощь оказывают социальные партнеры.

Таким образом, деятельность клубов влияет на уровень развития креативности, личностного потенциала ребят, социально-значимых качеств, повышение уровня образовательной планки учениками; требует ответа на вызовы собственной практико-ориентированной и социальной деятельности, стимулирует формирование экологического мировоззрения, ответственности и экологической культуры.