Федеральное агентство железнодорожного транспорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

петербургский государственный университет путей

сообщения

Императора Александра I

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Техносферная и экологическая безопасность»

О.И. Копытенкова, Е.А. Шилова, А.М. Тинус, А.А. Гаврилова,

**ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

***Опорный конспект лекций***

**Учебное пособие**

для студентов всех форм обучения

Санкт-Петербург

ПГУПС

2021

УДК 502.3

ББК 20.1

Инженерная экология (*опорный конспект лекций*): учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2021. – с.

Учебное пособие по дисциплинам «Экология» «Инженерная экология» (Теоретическая часть)» состоит из четырёх разделов разделов: «Введение в дисциплину Инженерная экология» «Основы экологии», «Система обеспечения экологической безопасности в Российской Федерации», «Антропогенное воздействие на окружающую среду».

Материал, представленный в учебном пособии дает представление об экологии как о науке, синтетически объединяющей достижения различных отраслей естествознания, определяющей подход к комплексному исследованию закономерностей развития биосферы, о видах антропогенного воздействия и экологических проблемах современности; обоснование проведения контрольно-нормативных мероприятий, используемых при оценке воздействия объектов различного назначения на окружающую среду

Преподавание экологических дисциплин для инженерно-технических специалистов должно отвечать современным требованиям и основываться на принципах развития науки и техники, обеспечивающих максимальную гармонизацию двух сред жизни и деятельности человека – биосферы и техносферы, а также учитывать особенности преподавания экологических дисциплин в высшем техническом учебном заведении, научный подход и склад мышления инженеров.

Учебное пособие предполагает его использование в комплексе с учебным пособием …

Учебное пособие предназначено для студентов всех специальностей …

УДК 502.3

ББК 20.1

©Копытенкова О.И., Шилова Е.А., Тинус А.М.,Гаврилова А.А., 2021

© Петербургский государственный

университет путей сообщения, 2021

ИНЖЕРЕНАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

**ВВЕДЕНИЕ**

Современные требования, предъявляемые к подготовке специалистов технических направлений высшей школы, предполагают необходимость глубокого понимания законов природы, лежащего в основе их будущей профессиональной деятельности. Независимо от специфики работы инженера, от места приложения знаний, полученных в учебных заведениях, решения производственных задач должны согласовываться с основным принципом развития современной науки и техники — максимальной гармонизации взаимоотношений двух сред жизни и деятельности всего сущего на земле - биосферы и техносферы.

Однако, знания, получаемые студентами технических вузов в области экологических дисциплин, чаще всего строятся на расчлененном изучении сложных систем окружающего мира, на искусственном выделении событий из единого целого. Между тем, весь окружающий мир представляет единое, неделимое целое, связанное материально, энергетически и информационно. Развитие человечества вносит в природные процессы свой поток веществ, энергии, информации, создавая или усиливая современные экологические проблемы: загрязнение окружающей среды, истощения природных ресурсов планеты и связанные с этими нарушениями последствия.

Поэтому экологическому образованию в высшей технической школе должно уделяться особое внимание, как на возможность влияния через деятельность выпускаемых специалистов на ход дальнейшего развития технического и научного прогресса.

Преподавание экологических дисциплин в технических вузах должно иметь особенности, учитывающие учебный процесс, наличие в программе дисциплин, характерных для технических специальностей, научный подход и склад мышления инженеров. В этом плане представляется весьма уместным наиболее близкий и понятный им физико-философский подход к экологии в отличие от более традиционной биологической направленности.

Важно отметить, что системный подход к пониманию устройства окружающего мира, к роли человека в этом мире, к перспективам дальнейшего существования жизни на планете необходим для будущих инженеров, деятельность которых связана с преобразованием этого мира. Без этого понимания невозможно понять причины противостояния человеческой цивилизации на современном этапе и природной среды, то есть определить причины экологического кризиса. Только комплексный, системный анализ явлений природы и антропогенного воздействия на окружающую среду может приблизить человечество к решению этих проблем, выработке и массовому распространению в общественном сознании новой экологической идеологии экоцентризма, правильной организации экологического образования и практической деятельности в области природопользования.

Широкий взгляд на экологию, как на междисциплинарную область знаний, изучающую всеми доступными методами, как теоретические вопросы, так, и решающую прикладные задачи, должен способствовать формированию представления современного человека о глобальной экосистеме планеты - биосфере, частью которого он является и с которой он неразрывно связан единой судьбой.

***Опорный конспект лекций***

**ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Предлагаемый к изучению теоретический материал предполагает наличие базисных знаний по экологии, полученных учащимися в рамках программы средней образовательной школы.

**Современная система экологических знаний**

Экология, как направление биологии, возникла в середине Х столетия, а как самостоятельная наука – на стыке ХIХ и ХХ столетий. Термин «экология» ввел известный немецкий биолог и философ Э. Геккель в 1866 году в своих трудах «Всеобщая морфология организмов» и «Естественная история миротворения», который определял экологию как «***познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды».***  Слово «экология» происходит от греческого «oikos», что означает «жилище», «местопребывание», «убежище».

***Становление экологических знаний человечества.***

Экология, как область человеческого знания имеет свою историю развития, начавшуюся на заре развития самого человечества. Можно выделить и охарактеризовать следующие периоды ее развития (Табл.1):

Табл.1

***Периоды развития экологических знаний человечества***.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Период | Источники знаний | Вклад в развитие экологических знаний |
| 1 Период отражает примитивные знания, накапливаемые людьми, в т.ч. первобытными, в процессе тесного общения с природой и ведения натурального хозяйства (VI— IV века до н.э.) | Эпос и научные трактаты Египта, Индии, Китая Вавилона. | Первые сведения о флоре и фауне, о способах обработки земли, о мелиорации и влиянии окружающей среды на здоровье человека. |
| 2 Период накопления фактического материала учеными античности, средневековый застой. (I-IV век до н.э. – IVвек н.э.) | Эмпедокл из Акраганта (Древняя Греция) «О природе» | Зачатки идеи «естественного отбора». |
| Аристотель (Древняя Греция) «История животных», «О цветах» | Классификация животных, связанная с условиями жизни. |
| Теофраст (Феофраст) (Древняя Греция) «Исследования о растениях» | Описание растений и их сообществ. |
| Плиний старший (Древний Рим) «Естественная история» | Обобщение данных по зоологии, ботанике, лесному хозяйству |
| 3 Период сбора и первых попыток систематизация фактического материала, накопленного с началом великих географических открытий и колонизацией новых стран – в эпоху Возрождения ( IVвек - XVIII век включительно) | К Линней (Швеция) «Экономика природы» | Описание типологии местообитаний, классификация живых организмов |
| Ж. Бюффон (Франция)  «Естественная история» | Идеи об изменчивости видов |
| Т. Мальтус (Англия)  «Опыты о законе народонаселения» | Развитие идей о развитии популяций |
| Ж.Б. Ламарк (Франция)  «Философия зоологии» | Описание роли внешних факторов в формировании строения животных, идеи об эволюции жизни |
| Ж. Турнефорр (Франция)  «Элементы ботаники» | Идеи о зависимости развития растений от условий среды и мест произрастания |
| Альфонс де Кандоль (Франция) «Ботаническая географии» |
| Р. Бойль (Англия) «Новые физико-механические эксперименты…» | Первый экологический эксперимент по влиянию низкого атмосферного давления на развитие животных |
| Антони ван Левенгук (Нидерланды) «Письма в Лондонское королевское общество» | Описание и попытки систематизации микроорганизмов |
| П.С. Паллас (Россия) «Зоогеография» | Идеи исторического развития органического мира. |
| М.В. Ломоносов (Россия)  «О слоях земных» | Развитие идей влияние среды на организм, круговорота веществ. |
| А.Т. Болотов (Россия)  «Записки» | Классификация местообитаний растений |
| 4 Период начала становления экологии как науки, возникновение эволюционной экологии. Связан с крупными ботанико-географическими открытиями, способствовавшими дальнейшему развитию экологического мышления; предпосылки экологических идей; выделены экология растений и экология животных (конец XVIII века – середина XIX века). | А. Гумбольдт (Германия)  «Идея географии растений» | Введение понятия «сферв жизни», создание направления - биогеография. |
| Ч. Дарвин (Англия)  «Происхождение видов путем естественного отбора… », «Происхождение человека и половой отбор» | Теория происхождения, изменчивости видов, эволюционные идеи, идеи происхождения человека в результате эволюции обезьяноподобных предков. |
| Ю. Либих (Германия) «Органическая химия и ее приложение к земледелию и физиологии» | Постулирование закономерности о лимитирующих факторах, ограничивающих развитие и распространение организма |
| И. М. Сеченов (Россия)  «Элементы мысли», « Предметная мысль и действительность» | Развитие эволюционных идей происхождения организмов, их зависимости от состояния внешней среды |
| К.Ф. Рулье (Россия)  «О влиянии наружных условий на жизнь животных» | Создание российской научной школы биологов –эволюционистов, развитие учения об адаптациях. |
| 5 Период аутэкологического направления изучение естественной совокупности видов, непрерывно перестраивающихся применительно к изменению факторов среды, т.е. факториальной экологии. Определение понятия «экология» (вторая половина (1866 г.) XIX века - середина (1936 г.) XX века.) | Э. Геккель (Германия)  «О развитии организмов» | Введение понятие «экология», формулировка биогенетического закона. |
| Г. Спенсер (Англия)  «Изучение социологии» | Основание научного направления - экология человека. |
| Э. Зюсс (Австрия)  «Лик Земли» | Обобщения накопленных знаний о строении земной коры, введение термина «биосфера». |
| К. Мебиус (Германия)  «Устрицы и устричное хозяйство» | Развитие направления экологии сообществ, переход к системным исследованиям в экологии, введение термина «биоценоз». |
| В.В. Докучаев (Россия)  «К учению о зонах природы», «О нормальной оценке почв». | Создание учения о природных зонах и учения о почве |
| Ч. Элтон (Англия)  «Принципы экологии» | Формулировка закономерностей экологических пирамид, введение терминов «экологическая ниша», «пищевая (трофическая) цепь» |
| Г. Ф. Морозов (Россия)  «Учение о лесе» | Развитие концепции природных комплексов. |
| Г. Н. Высоцкий (Россия)  «Покрововедение» | Развитие идей связи эволюции растительности с деятельностью человека, введения термина «экотоп» |
| X. Берроуз (США)  «География как экология человека» | Развитие идей социальной экологии |
| Северцов А.Н..  (Россия/СССР)   «Этюды по теории эволюции: индивидуальное развитие и эволюция» | Развитие эволюционных идей развития организмов – создание научного направления эволюционной морфологии. |
| В. И. Вернадский (Россия/СССР)  «Биосфера» | Создание научного направления - биогеоэкологии, теории биосферы |
| Э. Леруа (Франция)  «Происхождение человека и эволюция интеллекта» | Развитие глобальной экологии, введение термина «ноосфера» |
| Д. Н. Кашкаров (СССР)  «Среда и сообщества», «Основы экологии животных» | Создание первых отечественных учебников по экологии |
| 6 Период синэкологического направления, характеризует переход к системному подходу в исследованиях экологических систем, процессов материально-энергетического обмена. Начало развития количественных методов и математического моделирования. (40-70 годы ХХ века) | А. Тенсли (США)  «Правильное и неправильное использование ботанических терминов» | Введение термина «экосистема» |
| Г. Ф. Гаузе Россия)  «Борьба за существование» | Развитие экспериментальной экологии, подтверждение принципа конкурентного исключения. |
| В. Шелфорд (США)  «Принципы и проблемы экологии» | Изучение взаимодействия организмов в наземных сообществах, формулировка «закона толерантности», введение термина «биоэкология». |
| В. Н. Сукачев (Россия)  «Биогеоценология и фитоценология» | Развитие современной биогеоценологии, введение термина «биогеоценоз» |
| Р. Линдеман (США)  «Трофико-динамический аспект экологии» | Определение основных принципов расчета энергетического баланса экологических систем. |
| Ю. Одум (США)  «Основы экологии» и «Экология» | Создание классических трудов по теоретической экологии. |
| Виноградский С.Н. (Россия)  «Микробиология почвы. Проблемы и методы» | Основание направлений - экология микроорганизмов и микробиология почвы |
| 7 Период «экологизации» науки, становление комплексных, междисциплинарных направлений, учитывающих антропогенную деятельность, социальный и политический аспект развития цивилизации. (70-е годы ХХ века – настоящее время). | В. Б. Сочава (СССР)  «Введение в учение о геосистемах» | Создание учения о геосистемах, введение термина «геосистема». |
| Д. Медоуз (США)  «Пределы роста» | Развитие идей глобальной экологии в работах «Римского клуба» |
| Б. Коммонер (США)  «Замыкающийся круг» | Формулировка постулатов «четыре закона экологии» - о взаимоотношении человечества и природы. |
| Н. Ф. Реймерс (Россия)  « Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы» | Систематизация понятий современной «большой экологии». |
| Н.Н. Моисеев (Россия)  «Человек и биосфера» | Развитие идеи коэволюции человечества и биосферы, развитие математической экологии, создание теории управления природопользования. |
| К.Л. Бертанафи (США)  «Общая теория систем» | Создание обобщенной системной концепции. |

На современном этапе превалирует комплексный подход к решению экологических вопросов. В целом, настоящий период развития экологии характеризуется созданием на базе межправительственных международных организаций программ и договоренностей, касающихся ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду; осознанием первостепенной важности выработки концепции гармоничного развития человечества и природы.

Экология из узконаправленной биологической дисциплины, изучающей взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой преобразовалась в научное направление, которое в настоящее время претендует на лидирующее положение в современной науке и способствует синтезу фундаментальных знаний о природе и обществе.

***Структура и методы современной экологии***

В настоящее время выделяют такие разделы экологии как: общая (теоретическая) экология, биоэкология, геоэкология, экология человека и социальная экология, прикладная экология. Каждый раздел имеет свои подразделы и связи с частями экологии и смежными науками (Табл.2).

Табл.2

***Связь разделов современной экологии (макроэкологии) с другими дисциплинами***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| История  Антропологи  Социология  Медицина  Демография | Теоретическая биология  Общая теория систем  Математика  Кибернетика  Синергетика | Общая экология  Биоэкология  Геоэкология  Глобалистика |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Экология человека   * *Социальная экология* * *Экология поселений (урбоэкология)* * *Экологическая демография* * *Экология чел.популяций* | Общая экология   * *Теоретическая экология* * *Математическая экология* * *Экспериментальная экология* | Экосферология   * *Глобальная экология* * *Учение о биосфере и ее взаимодействие с техносферой* |

|  |
| --- |
| **ЭКОЛОГИЯ** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прикладная экология   * ***Инженерная экология****/*   *промышленная экология*   * *Сельскохозяйственная экология* * *Биоресурсная экология* * *Промысловая экология* * *Коммунальная экология* * *Медицинская экология* | Биоэкология   * *Аутэкология* * *Синэкология* * *Демэкология* * *Биогеоценология* * *Эволюционная экология* * *Экология таксономических групп (экология растений, экология животных, экология микроорганизмов и т.п.)* | Геоэкология   * *Экология сред обитания (наземная экология, почвенная экология, экология озер и т.п.)* * *Экология природно-климатических зон (экология тундры, экология степей, экология тропиков и т.п.)* * *Экология ландшафтов (экология болот, экология островов и т.п)* |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Естественнонаучные и технические дисциплины  Экономика  Медицина  и т.д. | Общая биология  Зоологи  Ботаника  Микробиология  и т.д. | География  Геология  Геофизика  Климатология  Геохимия |

Методическую основу современной экологии составляет сочетание системного подхода, натурных наблюдений, эксперимента и моделирования (Табл.3).

Табл.3

***Методы современной экологии***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методы регистрации и оценки состояния среды | Методы количественного учета организмов и методы оценки биомассы и продуктивности | Методы исследования влияния жизнедеятельности организмов на окружающую среду |
| Методы исследования влияния факторов среды на жизнедеятельность организмов | Методы математического моделирования, кибернетические исследования | Методы прикладной экологии |

Таким образом, экологию в целом можно рассматривать как синтетическую науку, которая активно интегрирует во все области знания, экологизации подвергаются многие научные дисциплины и сферы практической деятельности. Формирование фундаментальных теоретических основ находится на начальном этапе. Рассмотренная структура объектов макроэкологии показывает, что для ее дальнейшего развития необходима консолидированная научная система, основанная на всестороннем глубоком анализе и системном подходе к осмыслению явлений окружающего мира во всем их многообразии.

**Инженерная экология, цели, задачи, предмет изучения**

Инженерная экология – это направление прикладной экологии, изучающее инженерные способы и средства гармонизации совместного сосуществования биосферы – глобальной экологической системы планеты и техносферы – сферы деятельности человека.

*Инженерная экология -* сравнительно новое направление экологической науки, изучающая взаимодействия техники и природы, закономерности формирования региональных и локальных природно-технических систем и способы управления ими в целях защиты природной среды и обеспечения экологической безопасности. Инженерная экология призвана обеспечить соответствие техники и технологии промышленных объектов экологическим требованиям. В ее сферу входит комплекс взаимосвязанных задач:

* регламентация экологически безопасного производственного освоения территорий, размещения и строительства хозяйственных объектов;
* оптимизация отраслевой структуры производства;
* определение допустимой техногенной нагрузки на территории, контроль и регламентация материально-энергетических потоков производства и техногенных эмиссии (т.е. испускания, выброса побочных продуктов) от различных инженерных объектов;
* экологизация производства, создание ресурсосберегающих и малоотходных технологий, экологически чистых материалов и продуктов производства;
* экологическая безопасность территориальных промышленных комплексов, производственных процессов, сооружений, машин и изделий;
* инженерно-экологическое обеспечение производства, разработка методов инженерно-экологической профилактики, восстановления и реконструкции ландшафтов.

Центральное место в сфере инженерной экологии занимает *промышленная экология -* область прикладной экологии, которая изучает воздействия промышленности на природу, окружающую человека среду, разрабатывает средства регламентации этих воздействий и защиты от них окружающей среды. С промышленной экологией тесно связаны экологические аспекты энергетики, транспорта, строительства, горного дела и т.п. Инженерной экологии приходится также иметь дело с влиянием экологических факторов и различных живых организмов на инженерные объекты. [Акимова, 2001]

***Системный подход в экологии***

Изучение процессов взаимосвязи и взаимозависимости природных сообществ с условиями неорганической среды способствовало утверждению в 70-х годах ХХ века экосистемной концепции как основы современной экологии.

Научный поиск располагает двумя подходами к пониманию сути тех или иных явлений – механистическим и системным. Механистический подход предполагает необходимость разложения явления на составляющие его элементы, их функции и прочие частности. Считается, что зная подробно составные части явления и их свойства, мы можем судить о явлении в целом, а следовательно прогнозировать его, воспринимать и использовать в практике. Системный подход исходит из наличия факта существования самого явления как некой целостности, не вдаваясь в вопросы о механизмах его реализации. Зная особенности этой целостности, можно прогнозировать свойства элементов, из которой она состоит.

Надо сказать, что в современной экологии прослеживаются оба научных направления. Имеют место популяционные и экосистемные тенденции рассмотрения явлений. Без сомнения, оба подхода имеют право на существование. Учитывая то, что системный подход как парадигма развития научной мысли возник сравнительно недавно, всеми достижениями современной цивилизации до последнего времени мы обязаны именно механистическому подходу. Его успехи в исследовании вещественно-энергетических характеристик делают механистическое понимание явлений природы доминирующим в психологии и многих ученых, особенно занимающихся практическими разработками, и людей, далеких от науки.

Но реальные природные системы, независимо от их масштаба, количества элементов и связей, от системы одноклеточного организма до глобальной экосистемы планеты – биосферы, являются сложными системами. И сложившиеся стереотипы механистического подхода не способствуют их полноценному изучению. Ведь особенностью сложных систем является взаимосвязь их свойств. Однофакторные исследования и эксперименты не эффективны, а многофакторные не позволяют выявить простых законов, которым бы подчинялись сложные системы. Поскольку многие свойства сложных систем оказываются понятными только при рассмотрении систем как единого целого, которое, невозможно разложить на составляющие без утраты функций определяющих существование данной системы.

**РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

ТЕМА 1 Организм и окружающая среда. Биосфера

* 1. Организм и окружающая среда.

Как уже было отмечено, экология как наука формировалась изначально, как область биологических знаний, изучающая взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой. Позже это направление получило наименование биоэкология. Методически биоэкология была структурирована на следующие разделы:

* Аутэкология (факториальная экология) – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой на уровне особи, вида.
* Демэкология (экология популяций) – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой на уровне популяций.
* Синэкология (экология сообществ организмов) – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой на уровне многовидовых сообществ организмов.

Таким образом, рассматривая закономерности взаимоотношения организмов и окружающей среды, необходимо прежде всего определиться с основными понятиями биоэкологи – организм и окружающая среда.

**1.1.1 Организм**

Организм — это основная единица жизни, реальный носитель её свойств. При этом жизнь рассматривается как активная форма существования [материи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F_(%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%8F)), в некотором смысле, высшая, по сравнению с её физической и химической формами существования. Основным атрибутом живой материи  является [генетическая информация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), являющаяся основой для воспроизводства всех организмов. Имеется большое число определений понятия «жизнь», отражающих различные подходы. Многочисленные определения сущности жизни можно свести к трем основным. Согласно первому подходу, жизнь определяется носителем её свойств (например, [белком](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B8)); согласно второму подходу, жизнь рассматривают как совокупность специфических физико-химических процессов. И, наконец, третий подход определяет минимально возможный набор обязательных свойств, без которых никакая жизнь не возможна. Жизнь можно определить, как активное, идущее с затратой полученной извне [энергии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F), поддержание и самовоспроизведение специфической структуры.

На Земле жизнь существует в виде разнообразных живых организмов разной степени изученности. Так, например млекопитающие животные определены и изучены практически на 99%, а ныне известные виды бактерий и грибов составляют не более 5 % от всех теоретически предполагаемых видов.

В настоящее время все известные формы жизни систематизированы, классифицированы и определены в таксономические группы. Однако эта классификация постоянно пересматривается по мере накопления новых знаний.

Рис. 1 представляет упрощенную схему основных таксономических групп живых организмов.

Рис.1

***Упрощенная схема основных таксономических групп.***

Формы жизни

неклеточная

клеточная

прокариоты

эукариоты

вирусы прионы

дробянки

бактерии, археобактери

растения

животные

грибы

одноклеточные многоклеточные

высшие растения

водоросли

высшие низшие

Важной эколого-функциональной характеристикой клеточных живых организмов является способ синтеза собственных органических веществ, упрощенно - способ питания (Табл.4). Все организмы по способу питания делятся на две основные группы:

**Автотрофы** – организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических. При этом автотрофы используют солнечную энергию - фототрофы, и/или энергии, освобождающейся при химических реакциях - хемотрофы.

**Гетеротрофы** – используют для синтеза собственных органических веществ органические вещества других организмов. При этом гетеротрофы могут быть определены, как биотрофы - питающиеся живыми организмами, либо, как сапротрофы - питающиеся органическими веществами мертвых тел или органическим отходами живых организмов.

Табл. 4

***Способы питания живых организмов***

***(по А.Л.Тахтджяну 1976, с изм. С.И. Колесникова, 2003).***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Над  царства | Царства | Под  царства | Автотрофы | | Гетеротрофы | |
| фото-трофы | хемо-трофы | био-трофы | сапро-трофы |
| Прокариоты | Дробянки | Бактерии | + | + | + | + |
| Архео-  бактерии | + | + | + | + |
| Циано-  Бактерии | + | + | - | - |
| Эукариоты | Растения | Багрянки | + | - | - | - |
| Настоящ.  водоросли | + | - | - | - |
| Высшие  растения | + | - | редко | - |
| Грибы | Низшие | - | - | редко | + |
| Высшие | - | - | редко | + |
| Животные | Одно-  клеточные | - | - | + | редко |
| Много-  клеточные | - | - | + | редко |

**1.1 .2 Окружающая среда.**

В Законе «Об охране окружающей среды» (№7-ФЗ от 10.01.2002г.), дано следующее определение понятия «**окружающая среда»:**

**Окружающая среда** - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Кроме того, факториальная экология оперирует также такими понятиями как природная среда и среда обитания.

**Природная среда** – это совокупность абиотических и биотических факторов окружающей среды, как естественных, так и измененных

**Среда обитания** – та часть природной среды, которая окружает живой организм, с которой он непосредственно взаимодействует, и, которая обеспечивает его полноценное функционирование.

На Земле существует четыре среды обитания живых организмов**:**

* водная,
* наземно-воздушная,
* подземно-почвенная,
* организменная.

Водная среда обитания считается самой древней для живых организмов. Фактически, именно в ней зародилась существующая белковая форма жизни планеты. Наземно-воздушная среда – это среда поверхности суши. Условно объединенная подземно-почвенная среда обеспечивает существование весьма разных по жизненным потребностям организмов, включая сапротрофные и хемоавтотрофные, занимающие экологические ниши, недоступные другим организмам, например, археи. Организменная среда обитания благоприятна как для представителей нормальной микрофлоры, так и для паразитирующих видов микроорганизмов, простейших, гельминтов. В настоящее время обнаружены внутренние паразиты всех клеточных организмов – как прокариотов, так и эукариотов.

Для человека **– окружающая среда** – это среда обитания и производственной деятельности, включающая абиотические, биотические факторы природной среды, а также социально-экономические факторы.

Отдельные свойства или элементы среды, прямо или косвенно воздействующие на организм определяются как **экологические факторы.** Собственно говоря, окружающую среду можно представить как совокупность экологических факторов.

Принято разделять экологические факторы следующим образом:

**- абиотические** **факторы**

К ним относятся такие элементы окружающей среды как температура, свет, радиация, давление, влажность, рН, ветер, течения, рельеф местности и т.п.

**- биотические факторы**

К ним относятся факторы, связанные с воздействием живых организмов друг на друга.

**- антропогенные факторы**

К ним относятся факторы, связанные с деятельностью человека, изменяющую природу как среду обитания.

Экологические факторы меняются с течением времени. Эти изменения могут быть: **регулярно-периодическими (**суточные, сезонные изменения, а также приливы и отливы океанических вод и т.п.); **нерегулярные (**катастрофические катаклизмы – цунами, ураганы, землетрясения); **направленные (**происходящие на протяжении продолжительного промежутка времени – ледниковые периоды, периоды потепления).

Живые организмы приспосабливаются к изменениям экологических факторов. Такие приспособительные реакции называются **адаптациями.** Адаптации бывают морфологическими, физиологическими и поведенческими. Морфологические адаптации предполагают структурные изменения организма, физиологические адаптации приводят к функциональным изменениям, а поведенческие адаптации изменяют реакции организма и чаще всего возможны при наличии высшей нервной деятельности.

Адаптации реализуются активным путем (например, поддержание температуры тела у теплокровных животных), пассивным путем (экономия энергии при анабиозе у рептилий и земноводных). Особо можно отметить адаптационное избежание неблагоприятных факторов – миграцию.

**1.1.3 Основные закономерности действия экологических факторов на организм.**

Несмотря но то, что часто эти закономерности называются «законами», они не являются абсолютно истинными во всех случаях. Их действие носит скорее вероятностный характер.

Общий характер действия экологических факторов на организм отражает **закон толерантности (закон Шелфорда)**, который гласит:

***Процветание организма ограничено зонами максимума и минимума определенных экологических факторов. За пределами этих зон находится зона гибели. Оптимальное значение экологического фактора характеризуется наивысшим уровнем благоприятного воздействия этого фактора на организм. Каждый вид характеризуется своей толерантностью – способностью переносить отклонения экологических факторов от оптимальных значений.***

Если эти отклонения находятся в широких пределах по многим экологическим факторам, организмы называются эврибионтами, если в узких пределах – стенобионтами.

Один и тот же экологический фактор может по-разному действовать на разные организмы. Например, если действие ураганного ветра на крупных животных достаточно выражено, на жизнедеятельности мелких животных оно может практически не отражаться, а изменение солевого состава почвы более значимо для растений, чем для животных.

Кроме того, характер воздействия любого фактора на организм зависит от степени интенсивности этого фактора. То есть, нет абсолютно полезных или абсолютно вредных факторов. В качестве примера можно привести действие фтора на организм человека. Определенное количество фтора – необходимо, но колебание этого количества в ту и другую сторону может неблагоприятно отражаться на здоровье человека. Так, его недостаток может быть одной из причин кариеса, а избыток – приводить к флюорозу, тяжелому системному заболеванию.

Определяя воздействие того или иного экологического фактора на живой организм, необходимо учитывать то, что всегда имеет место совокупное воздействие очень многих экологических факторов окружающей среды одновременно. Это подчеркивает **закон относительности действия экологического фактора.**

***Направление и интенсивность действия экологического фактора на организм зависит от того, насколько он выражен и в сочетании с какими факторами он действует.***

Например, действие повышенной для данного вида температуры может быть смягчено пониженной влажностью. Человек может перенести более высокую температуру в сауне при пониженной влажности, чем в турецкой бане при 100% влажности.

Для нормальной жизнедеятельности живого организма необходимо наличие в окружающей среде определенных условий обусловленных различной степенью выраженности очень многих факторов. Их сочетанное воздействие на организм отражает **закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов.**

***Абсолютное отсутствие какого-либо из обязательных условий жизни заменить другими экологическими факторами невозможно, но недостаток или избыток одних экологических факторов может быть возмещен действием других.***

Например, недостаточную освещенность при росте зеленых растений, в некоторой степени может компенсировать избыток углекислого газа.

Зачастую, на развитие организма оказывают решающее значение те факторы, значения которых более всего отклоняется от оптимального значения – **лимитирующие факторы**. Эта закономерности отражена в **законе ограничивающего фактора или законе минимума Либиха,** одном из фундаментальных законов в экологии.

***Лимитирующие факторы, находящиеся в недостатке или избытке для организма, отрицательно влияют на его развитие и, кроме того, ограничивают возможность проявления силы действия других факторов, в том числе, находящихся в оптимальном для организма значении***.

Например, если в почве находятся все необходимые вещества кроме одного из необходимых для данного вида, то рост и развитие растения будет определяться тем, который находится в недостатке.

Лимитирующий фактор определяет границы распространения видов и популяций, их ареал. Необходимо выявлять такие факторы, чтобы регулировать их действие на живые организмы (например, при использовании удобрений в сельском хозяйстве).

**1.2 Экологические сообщества: экосистема, биогеоценоз**.

В современной экологии существуют два подхода к понимаю явлений: популяционный и экосистемный. При этом экосистемный подход тяготеет к целостному описанию природы, а популяционный – к аналитическому, дифференцированному, множественному.

**1.2.1 Понятие «популяция» в современной экологии**

Популяционный подход концентрирует внимание на популяциях живых организмов, рассматривая их как основную элементарную единицу, изучаемую традиционной экологией. Популяция – это группа особей одного вида, большее число поколений которого населяет определенное пространство в ограниченных пределах. Раздел биоэкологи, изучающий популяционные закономерности называется демэкология.

**Популяция** – совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. Контакт между особями внутри популяции происходит чаще, чем между особями разных популяций. Популяция – структурная единица вида и единица эволюции.

Популяция имеет качественные, количественные и экологические характеристики. **Качественные характеристики** – это ареал (область распространения), размер территории, способ воспроизводства и размножения популяции. **Количественные характеристики** – это численность, плотность, половой состав, рождаемость, смертность и скорость роста популяции. **Экологическая характеристика** определяется экологической стратегией выживания, - комплексом свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства (например, продолжительность жизни особей, особенности контактов особей между собой и т.п.).

Обычно, в естественных условиях виды взаимодействуют между собой на популяционном уровне. Поэтому предметом изучения демэкологии являются не только экологические характеристики отдельных видов, но и взаимоотношения между популяциями разных видов, что отражено в таблице (Табл. 5).

Табл. 5

***Взаимодействие между популяциями разных видов***

***(по Одуму 1986, с изм.)***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Тип взаимодействия** | **1ая /2 ая**  **популяции** | **Пример** |
| 1. | Нейтрализм | 0 / 0 | соловей – олень |
| 2. | Конкуренция | - / - | грибы – бактерии |
| 3. | Аменсализм | - / 0 | ель – береза |
| 4. | Паразитизм (особь-паразит меньше особи добычи) | + / - | аскарида – человек |
| 5. | Хищничество (особь хищника больше особи добычи) | + / - | волк – заяц |
| 6. | Комменсализм | + / 0 | водоросли – мидии |
| 7. | Протокооперация (необлигатное сосуществование) | + / + | рак-отшельник – мидия |
| 8. | Мутуализм (облигатное сосуществование) | + / + | человек – некоторые кишечные бактерии |

«0» - не выявлено существенного воздействия;

«-» - выявлено отрицательное воздействие;

«+» - выявлено положительное воздействие.

**1.2.2 Экосистема и биогеоценоз**

Экосистемный подход базируется на понятии экосистема. Термин «экосистема» (экологическая система) является одним из важнейших фундаментальных понятий современной экологии. Автором этого термина является А. Тенсли (1935), который рассматривал экосистему каксистему живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ.

В дальнейшем это понятие было дополнено, переосмыслено, сформулировано по-иному многими учеными. Одним из таких определений является трактовка Ю.Одума (1986), где экосистема - это любая устойчивая совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды, в которой может осуществляться круговорот веществ, противостояние внешним факторам, производство биологической продукции и некоторые другие функции саморегуляции. Таким образом экосистемами являются участок леса, река, море, аквариум, кабина космического корабля или даже вся биосфера Земли.

Интересна новаторская для своего времени трактовка понятия «экосистема», данная Р. Линдеманом (1942): экосистема - совокупность физико-химико-биологических процессов, протекающих в любых масштабах пространства – времени. Данное определение предполагает целостное рассмотрение экосистем как сложных систем.

Учитывая тот факт, что экосистемы могут иметь весьма разнообразные пространственно-временные характеристики, их можно разделить по рангам:

1. Микроэкосистемы (Пример: лужа, гниющий пень и т.п)
2. Мезоэкосистема (Пример: лес, озеро, река, и т.п)
3. Макроэкосистема (Пример: море, океан, континент)
4. Глобальная экосистема (Пример: биосфера)

Нельзя не отметить, что одним из определений экологического сообщества помимо термина «экосистема», является понятие «**биогеоценоз**», сформулированное российским экологом В.Н. Сукачевым (1942), зачастую используемый как синоним понятия «экосистема». Однако, строго говоря, это не тождественные понятия.

Биогеоценоз – совокупность биоценоза (популяции различных видов на определенной территории) и биотопа (пространство и климатические условия). Можно считать, что биогеоценоз – это экосистема в границах фитоценоза (растительной части, характеризующей пространственное распространение биогеоценоза). По сути каждый биогеоценоз – это частный случай крупной экосистемы охватывающий как правило значительную территорию, предполагающее обязательное наличие фитоценоза, который обеспечивает постоянное поступление энергии и вещества.

**БИОТОП**

Климат

Почва

Растения

Микро-организмы

Животные

**БИОЦЕНОЗ**

Рис. 3. Биогеоценоз (по Сукачеву В.Н.)

**1.2.2.1 Структура и свойства экосистемы**

Рассматривая любую экосистему с позиции системного подхода, можно выявить те же характерные свойства, которые обнаруживаются в сложной системе.

Структура любой экосистемы включает в себя абиотическую и биотическую части, которые взаимосвязаны и взаимозависимы. Количество элементов той и другой части различно и зависит от размеров самой экосистемы.

Абиотическая часть экосистемы – это комплекс факторов неживой природы, определяющий физико-химические параметры внутренней среды экосистемы.

Живые организмы, составляющие биотическую часть экосистемы, можно отнести к трем эколого-функциональным группам: продуценты, консументы, редуценты (Рис. 2).

Рис. 2

***Эколого-функциональные группы биоты экосистемы***

|  |
| --- |
| **Биота экосистемы** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Продуценты  *живые существа, способные из неорганических веществв синтезировать органические вещества. Их роль в экосистеме заключается в образовании первичной биологической продукции. Первичная биологическая продукция — это фактически результат аккумуляции в органическом веществе продуцентами получаемой энергии Солнца либо энергии химических преобразований без использования солнечной энергии. Это: зеленые растения, микроорганизмы.* | Консументы  *живые организмы – потребители,преобразователи органической продукции. Организмы, питающиеся только растениями называют консументами первого порядка Организмы, питающиеся другими животными организмами, называются консументы второго, третьего порядка. К консументам относятся в основном животные, микроорганизмы* | Редуценты  *живые организмы, разлагающие органические остатки до неорганических (вода, минеральные вещества,). Экологическая роль редуцентов заключается в образовании неорганических веществ, которые включаются в кпуговорот веществ, а также в утилизации остатков и отходов жизнедеятельности всех экологических групп. К редуцентам относятся микроорганизмы,* грибы, животные. |

Биотические компоненты экосистемы связаны между собой, что способствуют удержанию видов и объединению их в сообщества. Эти связи отличаются друг от друга по механизму возникновения и по значению. Так,  **трофические** связи, при которых один вид питается другим, имеют первостепенное значение. **Топические** связи обусловливают изменение условий обитание одного вида, вследствие жизнедеятельности другого. При ф**орических** связях один вид участвует в распространении другого. **Фабрические** связи предполагают использование продуктов жизнедеятельности одного вида другим.

В экосистемах наблюдаются как прямые, так и обратные связи. Обратные связи, являясь показателем интерактивности системы, могут быть как положительными, так и отрицательными.

Пример положительной обратной связи: увеличение числа особей в популяции при отсутствии сдерживающих факторов. Пример отрицательной (стабилизирующей) обратной связи – взаимодействие между хищником и жертвой. Количественное увеличение популяции жертвы, способствует росту численности хищников. Но чрезмерное количество хищников, сокращает поголовье жертв, после чего численность хищников снижается.

Объединенные биотические компоненты образуют **цепи питания** или **трофические цепи**. Цепи питания **–** последовательность организмов, по которой передается энергия, заключенная в пище от ее первоначального источника. Каждое звено в трофической цепи – это трофический уровень.

Каждый вид в экосистеме имеет определенную пространственную и функциональную характеристику, которая отражена в понятии экологическая ниша.

**Экологическая ниша**  – определяет роль, которую играет вид в сообществе. Образно говоря, местообитание вида – это адрес вида, экологическая ниша – образ жизни. Наиболее важные процессы, протекающие в экологических нишах, определяется следующими закономерностями:

* Экологические ниши у совместно проживающих видов перекрываются частично. Это значит, что в пределах одной экологической ниши не может существовать два различных вида с абсолютно одинаковыми потребностями, трофическими цепями и связями с другими организмами. Это касается представителей флоры и фауны, а также микромира. Например, относящиеся к группе хищников умеренного пояса – волки и лисы, несмотря не пересекающиеся трофические звенья пищевых цепей, имеют различия по способу охоты, по образу жизни.
* При возникновении пустующей ниши, она заполняется естественным путем. Данное положение можно проиллюстрировать следующим примером распространения инфекционных заболеваний. Существует гипотеза, что активное распространение ВИЧ-инфекции на африканском континенте обусловлено отчасти тем, что некоторые вирусные инфекции, в частности черная оспа, исчезли.

**1.2.2.2 Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах**

Известный российский эколог Н.Ф. Реймерс отмечает что, жизнь может существовать только в процессе движения через организм потока веществ, энергии и информации.

Следует отметить, что, несмотря на единое генеральное направление этого процесса, его специфичность определяется особенностями экосистем.

В качестве примера можно привести скорость обновления такого важного элемента любой экосистемы как вода. Например, время обновления воды в биологическом организме измеряется часами, в атмосфере – днями, в озерах – годами, в подземных водах – сотнями лет, а в океанах – тысячелетиями.

Экосистема может обеспечить круговорот веществ, если включает:

1 – запас биогенных элементов;

2 – продуценты;

3 – консументы;

4 – редуценты.

Круговорот обеспечивается постоянным притоком солнечной энергии.

**Поток веществ** осуществляется в следующем направлении: продуценты – консументы – редуценты. Хотя в ряде случае роль консументов бывает столь незначительна, что поток веществ протекает, минуя их: продуценты - редуценты. В качестве примера можно привести субтропические и тропические леса. В этих экосистемах первичная биологическая продукция (растительная масса) лишь частично используется консументами (животными и насекомыми) и в большей степени подвергается деструкции редуцентами (микроорганизмами, грибами, простейшими).

**Поток энергии** проходит по трофическим уровням. В отличие от потока веществ, которые постоянно циркулируют по блокам экологических систем и могут входить вновь в круговорот, энергияможет быть использована один раз.

Причем, на каждом этапе передачи энергии посредством преобразования органического вещества, только 10% переходит на очередной уровень. (Эта закономерность в литературе называется закон или принцип Линдемана или правило 10%).

При этом, чем длиннее пищевая цепь, тем меньше остается к ее концу накопленной в органическом веществе энергии. Это объясняет ограниченное количество (5-6) звеньев в пищевой цепи независимо от сложности и многообразия видового состава экосистем.

Прирост биомассы, созданный за единицу времени характеризует биологическую продуктивность экосистемы. Биомасса, образуемая продуцентами, определяется как первичная биомасса данной экосистемы.

В распределении живых организмов населяющих Землю по видовому составу наблюдается следующая закономерность. Из общего числа видов 21% приходится на растения, но их вклад в общую биомассу составляет 99%. Среди животных 96% видов – беспозвоночные и только 4% - позвоночные. Из позвоночных животных млекопитающие составляют всего 10%.

В любых экосистемах, независимо от их размеров и сложности видового состава происходят изменения. Циклические изменения способствуют возвращению биоценозов экосистем в исходное состояние. Примерами таких изменений могут быть суточные, сезонные изменения, видовая многолетняя цикличность. Поступательные изменения (**сукцессии**) предполагают смену одного сообщества другим. Примером таких изменений может быть изменения состояния природного водоема по типу: озеро – болото-луг.

Экосистемы, находящиеся в данный момент в равновесном состоянии с окружающей средой называются климаксовыми.

Способность экосистемы поддерживать динамическое равновесие, сохраняя постоянство внутреннего состояния одновременно преодолевая сопротивление внешней среды называется **гомеостазом**.

**1.2.2.3 Искусственные экосистемы**

Помимо естественных, природных экосистем, в результате антропогенной деятельности могут возникать искусственные экосистемы. В частности, к ним относятся агроценозы и урбосистемы. Общей характеристикой искусственных экосистем является их неустойчивость, сверх-открытость и выраженный экологический дисбаланс.

Сельскохозяйственные системы – **агроценозы** – неустойчивые системы, которые могут существовать только при поддержке человека.

В отличие от естественных природных экосистем агроценозы характеризует: незначительное видовое разнообразие, причем небольшое количество видов, имеет чрезвычайно высокую численность; короткие цепи питания; неполный круговорот веществ, при котором часть питательных элементов выносится с урожаем; внесение дополнительной энергии посредством мелиорации, использования удобрений и т.п.; искусственный отбор; отсутствие саморегуляции.

**Урбосистемы –** искусственные системы, возникшие в результате развития городов, характеризующиеся как неравновесные системы с ярко выраженным экологическим дисбалансом. Отсутствие естественного экологического баланса, ведущее к привлечению огромного количества вещества и энергии извне, вызывает необходимость для покрытия запросов таких систем дополнительной территории, превышающей собственно площадь городов в десятки и сотни раз.

Городские экосистемы являются постоянным источником прямого и косвенного постоянно растущего загрязнения окружающей среды.

Важнейшим отличием естественных природных и искусственных экосистем является количество образующихся отходов, которые не утилизируются естественным путем преобразования веществ в природе. Если в природных экосистемах величина не утилизируемых естественным путем отходов не превышает 1-2% от всей совокупности образующихся отходов, то в искусственных экосистемах (например, в урбоэкосистемах) количество таких отходов может составлять до 80 - 90% от всех образующихся отходов.

**1.2.2.4 Закономерности развития экосистем**

Экология на современном этапе развития имеет в своем арсенале достаточно обширную аксиоматику, которую можно применять при изучении закономерностей развития экосистем любого уровня. Некоторые, наиболее обобщающие постулаты, теории, правила и принципы заимствованы из других дисциплин и опираются на фундаментальные основы естествознания. Среди них есть законы и правила, важные для понимания строения, поведения экологических систем, закономерности их развития, взаимоотношения и взаимосвязей абиотических и биотических составляющих. Ниже приведен далеко не полный перечень основных экологических закономерностей, характеризующих процессы строения и функционирования сложных систем вообще и экосистем в частности (Табл.6).

Табл.6

***Закономерности строения и функционирования экосистем***

|  |  |
| --- | --- |
| Закономерности строения экосистем | |
| **Закон увеличения степени идеальности (Г. В. Лейбница)** | *Гармоничность отношений между частями системы историко-эволюционно возрастает.* |
| **Закон необходимого разнообразия** | *Система не может формироваться из абсолютно идентичных элементов* |
| **Закон избыточности системных элементов при минимуме числа вариантов организации:** | *Многие динамические системы стремятся к относительной избыточности основных своих составляющих при минимуме вариантов организации.* Избыточность числа элементов нередко служит непременным условием существования системы, её качественно-количественной саморегуляции и стабилизации надежности, обеспечивает её квазиравновесное состояние. |
| **Принцип перехода избыточности в самоограничение** | *Избыточность системных элементов может быть заменена повышением качества этих составляющих (индивидуальной надежности) или их агрегации, в том числе в функциональные надсистемы.* |
| **Правила конструктивной эмерджентности** | *Надежная система может быть сложена из ненадежных элементов или из подсистем, не способных к индивидуальному существованию.* Иерархическое строение природных систем результат действия этой закономерности. |
| **Закон экологической корреляции** | *В экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании с участием живого, все входящие в неё виды живого и абиотические экологические компоненты функционально соответствуют друг другу.* |
| Закономерности функционирования экосистем | |
| **Правило эквивалентности в развитии биосистем**  **(Л. фон Берталамфи)** | *Биосистемы способны достигнуть конечного (финального) состояния (фазы) развития вне зависимости от степени нарушения начальных условий своего развития.* Это происходит лишь при сохранении минимума внешних и внутренних условий существования биосистемы*.* |
| **Закон больших чисел** | *Совокупное действие большого числа случайных факторов приводит, при некоторых общих условиях, к результату, почти не зависящему от случая, т.е. имеющему системный характер.* Мириады бактерий в почве создают особую, относительно стабильную микробиологическую среду, во многом определяющую функциональные качества почвы. |
| **Принцип Ле Шателье - Брауна** | *При, внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в направлении, при котором эффект внешнего воздействия уменьшается.* Экосистемы обладают способностью к саморегуляции. |
| **Закон физико-химического единства живого вещества. Закон развития системы за счет окружающей ее среды. Закон постоянства количества живого вещества** | *Любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды; изолированное саморазвитие невозможно. Значительное увеличение числа каких-либо организмов за относительно короткий промежуток времени может происходить только за счет уменьшения числа других организмов*. Эта закономерность распространяется и на число видов организмов*.* |
| **Закон цепных реакций** | *Любое частное изменение в системе неизбежно приводит к развитию цепных реакций,* идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых взаимосвязей и новой системной иерархии. Поскольку взаимодействие между компонентами системы при их изменении, как правило, существенно нелинейно, то слабое изменение одного из параметров системы может вызвать сильные отклонения других параметров или привести к изменению всей системы в целом. |
| **Закон оптимальности** | *Любая система функционирует с наибольшей эффективностью в некоторых характерных для нее пространственно-временных пределах.* |
| **Правило максимального «давления жизни».** | *Организмы размножаются с интенсивностью, обеспечивающей максимально возможное их число.* Однако давление жизни ограничено емкостью среды, межвидовыми взаимоотношениями, взаимоприспособленностьюи различных групп организмов. |
| **Закона усложнения системной организации (организмов) К.Ф. Рулье** | *Историческое развитие природных систем приводит к усложнению их организации путем нарастающей дифференциации функций и подсистем, выполняющих эти функции.* |
| **Закон вектора развития** | *Развитие однонаправлено.* Нельзя прожить жизнь наоборот - от смерти к рождению, невозможно в том же направлении развернуть эволюцию планеты, жизни на ней. |
| **Системогенетический закон** | *Природные системы в индивидуальном развитии повторяют в сокращенной и нередко в закономерно измененной и обобщенной форме эволюционный путь развития своей системной структуры.* Каждая подсистема следует за своей системой, вернее, развитие надсистемы определяет многие ограничения в развитии входящих в нее подсистем*.* |
| **Закон синхронизации и гармонизации системных составляющих** | *В системе как самоорганизующемся единстве индивидуальные характеристики подсистем согласованы между собой.* Одно из важнейших следствий этого закона в том, что выпадение одного из звеньев системы меняет структуру и функции других, сопряженных с этим законом, или полностью изменяет целое. |
| **Закон эколого-системной направленности эволюции** | *Любые эволюционные изменения в конечном итоге направлены экологическими факторами и системными особенностями развития эволюционизирующей совокупности, т. е.* прогресс направляется как внешними, так и внутренними факторами*.* |
| **Закон толерантности В. Шелфорда:** | *Лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.* |
| **Закон минимума Ю.Либиха** | *Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т. е. жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму; дальнейшее их снижение ведёт к гибели организма или деструкции экосистемы.* |
| **Закон пирамиды энергий или закон (правило) 10% Р. Линдемана** | *С одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий её уровень (по "лестнице": продуцент - консумент - редуцент) в среднем около 10 % поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды энергии.* |
| **Правило экосистемной надежности** | *Надежность экосистемы зависит от её энергетической эффективности в данных условиях среды и возможностей структурно-функциональной перестройки в ответ на изменение внешних воздействий* |

Существуют и другие более частные системные обобщения в экологии, касающиеся специфики пространственно-временной динамики экосистем, кризисных и катастрофических изменений, потенциальных возможностей восстановления, преобразования и прочих процессов их существования.

* 1. **Биосфера**

Понятие «биосфера» было введено двумя учеными – Ж.Б. Ламарком в биологии и Э.Зюссом в геологии. Однако использование ими этого термина несколько отличалось от того значения, которое мы в него вкладываем в настоящее время. Ламарк, занимавшийся вопросами систематизации растений и животных больше тяготел к обозначению этим термином совокупности живых существ, менее уделяя при этом внимания факторам окружающей среды. Э Зюсс более представлял биосферу как геологическое понятие, обозначавшее населенную живыми существами оболочку, в которой средообразующая роль живого вещества рассматривалась довольно схематично. Можно сказать, что наиболее близкое определение «биосферы» к современному мы находим в трудах английского океанографа, геолога Дж. Меррея, что звучит следующим образом: « Где только существует вода или, вернее, вода, воздух и земля соприкасаются и смешиваются, обыкновенно можно найти жизнь в той или иной из ее многих форм. Можно даже всю планету рассматривать как одетую покровом живого вещества».

**1.3.1 Системные характеристики биосферы**

В настоящее время под биосферой понимают глобальную экосистему как совокупность живых организмов и среды их обитания, объединяющую верхние слои планеты, включая толщи осадочных пород литосферы и всю гидросферу, вплоть до озонового слоя атмосферы.

Характеризуя глобальную экосистему планеты, необходимо рассматривать ее комплексно, как единое целое, как сложную систему. С позиции системного подхода, можно отметить следующие системные характеристики глобальной экосистемы планеты:

1. Биосфера – это централизованная система. Центральным ее звеном выступают все живые организмы (живое вещество), в том числе и человек.

2. Биосфера – это открытая система. Ее существование немыслимо без поступления энергии извне, прежде всего от Солнца. Однако разного рода космические излучения также вероятно поставляют на Землю какие-то энергии, о влиянии которых можно пока лишь догадываться.

3. Биосфера – это саморегулирующаяся система, поддерживающая состояние гомеостаза (динамического равновесия).

4. Биосфера – это система, характеризующаяся большим разнообразием. Это повышает ее устойчивость, так как дает возможность дублирования отдельных функций отдельных подсистем. В настоящее время описано около 2 млн. видов живых организмов. Полагают, что их на Земле в 2-3 раза больше.

5. Биосфера – это система, имеющая механизмы, обеспечивающие круговорот веществ, что гарантирует неисчерпаемость отдельных химических соединений. При отсутствии круговорота, например, за короткое время был бы исчерпан весь углерод. Только благодаря круговоротам обеспечивается непрерывность «бесконечность» процессов. Круговорот веществ обеспечивает определенную неисчерпаемость с одной стороны, а с другой – обуславливает практически постоянное количества вещества так или иначе обеспечивающее развитие жизни на планете. Также с понятием «круговорота» неразрывно связано понятие «смерть», то есть переход из живого состояния в неживое. Если бы не было смерти с последующим возвращением вещества в круговорот, жизнь не смогла бы существовать, тем более постоянно наращивать сложность форм.

**1.3.2 Теория биосферы В.И. Вернадского.**

Наибольшее развитие понятие «биосферы» получило в трудах нашего соотечественника академика В.И.Вернадского, которого считают основоположником современного учения о биосфере, изложенного им в частности в его книге «Биосфера» (1926). Под биосферой он понимал все пространство литосферы, гидросферы и атмосферы, где существует или когда-либо существовала жизнь, то есть, где встречаются организмы или продукты их жизнедеятельности и которое обладает антиэнтропийными свойствами.

Кратко характеризуют теорию биосферы В.И. Вернадского следующие положения:

1) жизнь есть неизбежное следствие мирового эволюционного процесса;

2) возникновение Земли как космического тела и появление на ней жизни произошло практически одновременно;

3) наша планета и космос есть единая система, в которой жизнь связывает все процессы в единое целое;

4) количество живого вещества на Земле является постоянной величиной;

5) жизнь является главной геологической силой на планете;

6) человек есть неизбежное следствие эволюции планеты, на которого возложена определенная роль в жизни планеты;

7) в настоящее время человек превращается в главную геологическую силу на планете;

8) однажды развитие биосферы и общества сделается неразрывным и биосфера перейдет в новое состояние - ноосферу (сфера разума).

*Понятие «ноосфера» было введено под влиянием идей В.И. Вернадского Э. Леруа (1922), французским математиком, палеонтологом и антропологом, и П.Т. де Шарденом, бывшим одновременно католическим философом, геологом и антропологом. Оба слушали в Сорбонне курс лекций российского ученого по геохимии и хорошо были знакомы с его идеями. Взгляд на это понятие несколько разнился у В.И. Вернадского и П.Т. де Шардена. В.И. Вернадский понимал его как состояние взаимоотношений человека и природы, в котором развитие планеты будет подчинено управляющей силе Разума Человека в интересах Человека. Пьер Тейяр де Шарден предложил термин «ноосфера» для обозначения особого этапа эволюции планеты, на котором человеческий разум, слившийся с биосферой в единое целое, породит особое качество – «сверхразум планеты».*

Характеризуя природу и происхождения веществв биосферы, В.И. Вернадский выделял следующие основные группы:

*Живое вещество.* Под живым веществом Вернадский понимал совокупность всех живых организмов, выраженную через массу, энергию или химический состав. Живое вещество составляет порядка 0.01 - 0.02 % от массы всей биосферы.

*Косное вещество*. Так Вернадский называл вещества, образуемые без участия живых организмов. Это, например, горные породы, продукты извержения вулканов и т.п.

*Биокосное вещество.* Вещество отнесенную в промежуточную группу, свойства которой так или иначе обусловлены воздействием жизни. По сути, это функционально неделимая совокупность живого и косного веществ. Это, например, почва.

*Биогенное вещество*. Это вещество, образованное в результате жизнедеятельности живых организмов, в том числе и находящееся в ископаемом состоянии. Углеводороды недр, руды металлов, и весь осадочный слой в целом можно отнести к биогенным веществам.

В настоящее время данную классификацию необходимо дополнить еще и веществом, образующимся в процессе деятельности человечества – так называемыми *антропогенными веществами.* И хотя некоторые из них могут включаться в естественный круговорот веществ, значительное количество антропогенных веществ не утилизируются живым веществом, представляя серьезную опасность для биосферы.

Значение живого вещества в глобальной экосистеме планеты детерминировано его свойствами, которые, в свою очередь, определяют его функции в биосфере (Табл.7).

Табл.7

***Свойства живого вещества***

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение и примеры |
| Высокая химическая активность благодаря биологическим катализаторам (ферментам) | В живых организмах протекают реакции между веществами, воспроизведение которых в лабораторных условиях требует создания экстремальных условий. Например, фиксация азота в промышленных условиях протекает при 500 0С и 300-500 атм, в то время как азотофиксирующие бактерии осуществляют этот процесс при естественных температурах и давлении. |
| Высокая скорость протекания реакций | Она на несколько порядков выше, чем в неживом веществе; например, некоторые гусеницы потребляют за день количество пищи, которое в 100-200 раз больше веса их тела; весь углекислый газ проходит через живые организмы в процессе фотосинтеза за 6-7 лет |
| Высокая скорость обновления живого вещества | В среднем для биосферы она составляет 8 лет, для суши - 14 лет, а для океана - 33 дня (здесь преобладают организмы с коротким периодом жизни). За всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, примерно в 10 раз превышает массу Земли. |
| Способность быстро занимать все свободное пространство | Вернадский назвал это "всюдностью жизни". По словам Вернадского, “живое вещество - совокупность организмов, - подобно массе газа, растекается по земной поверхности и оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его движению, или ими овладевает, их покрывает. Это движение достигается путем размножения организмов”. Именно это свойство позволило сделать вывод о постоянстве количества живого вещества во все эпохи. Кроме того, жизнь обладает способностью увеличивать поверхность своего тела. Например, площадь листьев растений на 1 га, составляет 8-10 га и более. |
| Активность движения вопреки принципу роста энтропии | Вся история биосферы есть свидетельство борьбы с энтропией, то есть с силами разрушения. Жизнь сопротивляется естественному ходу событий, направленному на установление равновесия в природе. Наиболее показательными в этом плане являются такие примеры, как движение рыб против течения реки, движение птиц против силы тяжести и воздушных потоков и т.п. |
| Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти | В любом живом организме, в том числе и в биосфере, жизнь и смерть не могут обходиться друг без друга. Организм живет, потому что в нем беспрерывно что-то умирает и заменяется новым, а нарождающееся через развитие приходит к своей гибели. Любая подсистема организма после смерти должна вернуть вещество в круговорот жизни. Это обеспечивает бесконечность жизненного процесса. |
| Высокая приспособительная способность (адаптация) | Организмы реагируют на воздействия окружающей среды адаптивными изменениями (морфологическими, функциональными, поведенческими), закрепляя эти изменения, передавая их потомству. |

Если живое вещество распределить на поверхности Земли ровным слоем, его толщина составит всего 2 см. При такой незначительной массе организмы осуществляют свою планетарную роль за счет весьма быстрого размножения, то есть весьма энергичного круговорота веществ, связанного с этим размножением. В природных условиях различают большой (геологический) и малый (биологический) круговороты веществ (Табл. 8).

Табл. 8

***Круговорот веществ в природе***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Круговорот** | **Геологический**  **(большой)** | **Биологический (малый)** |
| **Сферы осуществления** | В пределах всех оболочек | В пределах биосферы |
| **Энергетика** | Энергия Солнца (экзогенные процессы).  Энергия внутренних слоем литосферы (экзогенные процессы) | Энергия Солнца |
| **Характер круговорота веществ** | Перераспределение веществ между биосферой и глубокими слоями Земли | Перераспределение и преобразование веществ по трофическим цепям |

В отличие от замкнутых геологических и биологических кругооборотов вещества, антропогенный обмен веществ не замкнут.

Незамкнутость антропогенного обмена веществ приводит к истощению природных ресурсов и загрязнению природной среды – именно это и является причиной большинства экологических проблем.

**1.3.3 Биосфера и техносфера. Глобальные экологические проблемы на современном этапе**

Очевидно, что воздействие на окружающую среду возникло с появлением на планете самого человека, который, как биологический вид является частью биосферы. Будучи подсистемой глобальной экосистемы, человеческая цивилизации находится в тесной связи с прочими составляющими биосферы. Однако по сравнению с другими живыми организмами, человек оказывает все более выраженное дестабилизирующее воздействие на окружающий его мир, что выражается в возникновении кризисных ситуаций в развитии биосферы.

Наличие разума выделило человека из всех живых существ: человеческое общество стало развиваться по своим социальным и экономическим законам. Но человек остался и частицей природы, сохранил зависимость от окружающей среды, от экологических условий.

Одна из особенностей развития жизни на нашей планете состоит в том, что грандиозные события, знаменующие основные вехи ее истории, протекают с все возрастающей скоростью. Если условно принять время существования нашей планеты (около 5 млрд) за 12 месяцев, то продолжительность антропогена (одно из названий четвертичного периода, в начале которого появился человек – 2 млн) составляет лишь несколько часов. В предлагаемом календаре 1 день будет равен 12, 6 млн лет, а 1 час – 525 тыс лет. Вот как бы выглядела история нашей планеты:

1 января – образование земли,

28 марта – появление бактерий,

12 декабря – время расцвета динозавров,

26 декабря – исчезновение динозавров,

31 декабря 1 час появление общего предка обезьян и человека,

31 декабря 17 ч. 30 мин. – появление австралопитека,

23ч 54 мин – появление неандертальца,

23 ч 59 мин 46 сек – начало новой эры, полночь – человек на Луне.

История взаимоотношений человечества и природы отражена в так называемой «таблице кризисов», составленной известным российским экологом Н.Ф. Реймерсом (Табл.).

Табл.

***Экологические кризисы в развитии биосферы и цивилизации (Реймерс Н.Ф., 1992).***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название кризиса | Время насту-пления | Причины | Пути выхода |
| 1. | Пред-антропогенный | 3 млн лет назад | Наступление засушливого периода (арридизация климата) | Возникновение прямоходящего антропоида |
| 2. | Обеднение ресурсов собирательства | 50 тыс лет назад | Недостаточность доступных первобытному человеку ресурсов | Простейшие биотехнические мероприятия (огонь, оружие) |
| 3. | Кризис консументов | 10-50 тыс. лет назад | Уничтожение крупных животных | Переход к примитивному земледелию, скотоводству |
| 4. | Кризис примитивного поливного земледелия | 1,5 – 2 тыс лет назад | Примитивная мелиорация | Переход к неполивному земледелию |
| 5. | Недостаток растительных ресурсов (кризис продуцентов) | 150-250 лет назад | Истощающее землепользование, отсталые технологии | Промышленная революция, новые технологии в сельском хозяйстве |
| 6. | Глобальное загрязнение окружающей среды (кризис редуцентов) | 30-50 лет назад | Истощающее природопользование, многоотходные технологии | Рациональное природопользование |
| 7. | Глобальный термодинамический (тепловой) кризис | Настоящее  время | Выделение большого количества тепла, локальный энергетический дисбаланс | Рациональное природопользование |
| 8. | Глобальная исчерпаемость надежности экосистемы биосферы | Настоящее  время | Начало нарушения экологического равновесия | Рациональное природопользование |

Современному этапу общественного развития предшествовала длительная история становления средств производства, техники и технологий - техногенез.

Техногенез в истории цивилизации - это нарождение техники, создание человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания и потребления благ. Техногенез с экологической точки зрения - это *порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биотического круговорота.* Такое представление смыкается с понятием техногенеза, применяемым в геохимии (А.Е.Ферсман, 1937; А.И.Перельман, 1970, Акимова , 2001).

Техносфера - это глобальная совокупность орудий, объектов, материальных процессов и продуктов общественного производства. Техносферу можно определить также как пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной деятельности человека и занятое ее продуктами.

Таким образом, все мировое хозяйство можно рассматривать как техносферу – глобальную совокупность орудий, объектов и продуктов антропогенной деятельности. Ее можно определить как видовую реализованную экологическую нишу человечества, как пространство планеты, находящееся под воздействием производственной деятельности и занятое антропогенным веществом.

В XX в. человек раздвинул границы техносферы далеко за пределы биосферы - в ближний и дальний космос, в глубины земной коры, под дно океана, в субмолекулярный микромир, создав особую материально-энергетическую оболочку планеты. Она охватывает и пронизывает всю биосферу, особенно сильно на суше, и придает значительной части поверхности планеты совершенно особый облик. Вряд ли остались участки живой природы, которые не испытали бы на себе действие техногенеза. Мировое хозяйство стало не только глобальной технико-экономической, но и глобальной эколого-географической системой. (Акимова , 2001)

Можно сказать, что техносфера являясь частью или подсистемой глобальной экосистемы планеты, связана с биосферой общим ресурсным потенциалом, являющимся совокупностью всех естественные материальные и энергетические ресурсы, используемых человеком. При этом часто забывают, что большинство из них является ресурсами не только для человека, но, в основном, и в первую очередь ресурсами живой природы. (Акимова, 2001).

Существует несколько классификаций природных ресурсов. Естественная классификация основана на разделении ресурсов по компонентам природной среды: земельные, минеральные, водные, климатические, растительные, животного мира и т.п.

В хозяйственной классификации ведущее значение имеет отраслевая принадлежность: ресурсы топливно-энергетического комплекса, металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства, лесоперерабатывающей промышленности и т.д.

С эколого-экономической точки зрения важна классификация природных ресурсов по признакам исчерпаемости . К практически неисчерпаемым (в пределах времени существования техносферы) часто относят космические (солнечную радиацию, гравитацию) и планетарные ресурсы (наличие атмосферы, гидросферы, геотермальной энергии). Однако в конкретных земных и, тем более, техносферных условиях XX в. действует закон ограниченности (исчерпаемости) всех природных ресурсов.

Возобновимые ресурсы - это вещества и силы, которые создаются на Земле благодаря текущему потоку солнечной энергии: тепло, атмосферная влага, вода осадков и всех пресных вод, течение рек и гидроэнергия, энергия ветров, волн и течений, почва, все живые организмы, биосфера, наконец, сам человек. Для различных возобновимых, особенно для биологических ресурсов, существуют пределы скорости изъятия и степени исчерпания, после превышения которых уже невозможно возобновление, так как нарушается его естественный режим. Чаще всего это относится к численности популяции или биоразнообразию экосистем. Но это может быть отнесено и к биосфере в целом.

Разумеется, исчерпаемы и все невозобновимые ресурсы. К ним относится подавляющее большинство полезных ископаемых: горные материалы, руды, минералы, осадочные породы, ископаемое топливо. Правда, некоторые минеральные ресурсы и сейчас медленно образуются при геохимических процессах в недрах, глубинах океана или на поверхности земной коры - залежи солей, руды переходных металлов, железомарганцевые конкреции, известняки, продукты выветривания, но не уголь и углеводороды. В отношении полезных ископаемых большое значение имеют доступность и качество ресурса, а также количественное соотношение между оцененными потенциальными, реальными разведанными и эксплуатационными запасами.

Принципиальное отличие техносферы от биосферы заключается в том, что биосфера использует исключительно контролируемые ею возобновимые ресурсы, тогда как человек в техносфере, кроме захвата значительной части биосферных ресурсов, использует и огромную массу невозобновимых ресурсов, значительная часть которых не нужна биоте биосферы, но влияет на ее функционирование.

Несмотря на указанное отличие ресурсы биосферы и техносферы непрерывно взаимодействуют между собой. Негативные тенденции этого взаимодействия отражаются в глобальных экологических проблемах развития глобальной экосистемы планеты на современном этапе.

Следует уточнить, что понятие «глобальные экологические проблемы» обычно связывают с влиянием на природную среду деятельности человека, то есть с антропогенными факторами. Однако более широкое понимание этого термина, предполагает охват всех воздействий на глобальную экосистему планеты, которые в той или иной степени влияет на ее поддержание ею состояния динамического равновесия. Понятно, что природные явления, происходящие внутри системы, также как и привносимые извне, могут являться причинами дестабилизации внутренней среды системы. К таким явлениям можно отнести направленное изменение климата (глобальное похолодание и потепление), изменение магнитного поля планеты, космические воздействия и т.п.

Человеческая цивилизация, на современном этапе своего развития, нуждается в постоянном увеличении вещества и энергии для удовлетворения своих потребностей. При этом постоянно усиливаются два главных отрицательных эффекта влияния на природную среду – загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов. Фактически именно эти эффекты и являются первопричиной экологического неблагополучия, связанного с деятельностью человека. Проявления этого неблагополучия весьма разнообразны в пространственно-временном отношении. Экосистема планеты пока справляется с антропогенной нагрузкой. Однако «степень прочности и надежности» системы не безгранична.

Основными экологическими проблемами, связанными с антропогенной деятельностью являются загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов.

Тут надо отметить, что в данном случае понятие «экологическая проблема» тождественно понятию «глобальная проблема человечества». То есть, прежде всего, особую опасность экологические проблемы представляют для существования не в целом жизни на планете, но именно для человеческой цивилизации, для ее прогрессивного развития.

В этом аспекте основные экологические проблемы, прямо, косвенно или частично, связанные с антропогенной деятельностью выглядят следующим образом:

воздействие на атмосферу и ее загрязнение;

воздействие на гидросферу и ее загрязнение;

воздействие на почву и верхние слои литосферы и их загрязнение;

демографические проблемы.

Наиболее существенным отличием техногенного преобразования веществ от биотического круговорота является то, что техносферный круговорот веществ существенно разомкнут и в количественном, и в качественном отношении. Поскольку техногенный поток веществ составляет заметную часть глобального круговорота веществ, своей разомкнутостью он нарушает необходимую высокую степень замкнутости биотического круговорота, которая выработана в процессе длительной эволюции и является важнейшим условием стационарного состояния биосферы. Это приводит к нарушению биосферного равновесия, что непосредственно отражается на экологической безопасности.

Следует отметить, характер воздействия на окружающую среду определяется составом и интенсивностью техногенных факторов. Их влияние может быть локальным от единичного фактора или комплексным – от группы различных факторов, характеризующихся коэффициентами экологической опасности.

Понятно, что для «мирного» сосуществования человечества с окружающей средой, для гармонизации техносферы и биосферы необходимы не только и не столько технические, экономические, законодательные решения, а в первую очередь мировоззренческие изменения отношения человека к природе.

***Глобальные экологические проблемы на современном этапе***

Как уже было отмечено выше, глобальные проблемы человечества, прежде всего, представляют опасность непосредственно для существования самого человека. Чаще всего, как в научной, так и в популярной литературе, рассматриваются следующие экологические проблемы, связанные с антропогенной деятельностью:

* «Парниковый» эффект
* Разрушение озонового слоя
* Кислотные осадки
* Загрязнение Мирового океана
* Истощение плодородия почв
* Энергетический кризис
* Демографический кризис
* Наведенная сейсмическая активность

*«Парниковый эффект».* Под образным выражением – парниковый эффект подразумевается следующее геофизическое явление. Солнечная радиация, падающая на Землю, трансформируется. 30% ее отражается в космическое пространство, остальные 70% поглощаются поверхностью суши и океана. Поглощенная энергия солнечной радиации преобразуется в теплоту и излучается обратно в космос в виде инфракрасных лучей. При этом чистая атмосфера прозрачна для инфракрасных лучей, а атмосфера, содержащая пары воды, углекислый газ и некоторые другие газы, поглощает инфракрасные лучи, благодаря чему воздух нагревается. Таким образом создается определенный температурный режим приземных слоев атмосферы и верхних слоев литосферы.

«Парниковый эффект» - это естественное природное явление, существование которого не связано с антропогенной деятельностью и существующее на планете благодаря наличию атмосферы. Более того, это явление является необходимым условием существования белковой формы жизни. «Парниковые» газы имеют природное происхождение. К ним относятся: водяной пар, оксиды углерода, серы, азота, некоторые другие неорганические и органические соединения (сероводород, аммиак, метан, и т.д.).

Однако деятельность человека приводит к увеличению выбросов этих газов, что в свою очередь может вызвать увеличение «парникового эффекта» и вследствие этого – изменение климата.

В природной биосфере содержание углекислого газа в воздухе регулируется так, что его поступление равняется удалению. В настоящее время люди нарушают это равновесие. В результате сжигания топлива в атмосферу поступают дополнительные порции углекислого газа и других «парниковых» газов. Именно этот процесс рассматривается как тенденция, которая может привести к глобальному потеплению климата. В результате чего, возможно, будет происходить таяние полярных льдов, подъем уровня океана и возможные затопления.

Изменения разницы температур на полюсах и экваторе, возможно, вызовет и изменения циркуляции атмосферы. Более сильное потепление на полюсах приведет к ее ослаблению. Это изменит всю картину циркуляции и связанный с ней перенос теплоты и влаги, что повлечет за собой глобальное изменения климата. В большинстве районов, характеризующихся сейчас жарким и сухим климатом, количество атмосферных осадков увеличится, в умеренном поясе станет суше.

В тоже время существуют гипотезы и о том, что накопление в атмосфере твердых частиц, которые попадают туда при разнообразных выбросах, может вызвать и противоположный эффект - глобальное похолодание. Поскольку достаточно большое количество солнечных лучей может быть задержано и не попадет на землю, постепенно поверхность Земли будет охлаждаться.

В последнее время экологические концепции изменения климата и причин его вызывающих, существенно различаются между собой.

Не без основания существует концепция природного направленного изменения климата, основанная на периодических сменах климата на планете по типу похолодания-потепления. Причем эти изменения мало зависят от антропогенного вклада, а целиком связаны с космическими изменениями, с активностью солнца и общим циклом развития планеты.

Возможно, на современном этапе антропогенный вклад в усиление или уменьшение парникового эффекта не столь значителен в глобальном масштабе, но постоянное увеличение выбросов «парниковых газов» рано или поздно может привести к выраженным климатическим изменениям, которые станут роковыми для существования человечества.

*Разрушение озонового слоя*. Наряду с видимым светом, для Солнца также характерно ультрафиолетовое излучение. Особую опасность для белковых организмов представляет коротковолновая часть – жесткое ультрафиолетовое излучение. Свыше 99% его поглощается слоем озона в стратосфере. Озоновый слой - слой атмосферы (стратосферы) с повышенным содержанием озона (О3), расположенный на высоте 20-45 км. Содержание озона в нем примерно в 10 раз выше, чем в атмосфере у поверхности Земли.   
Озон образуется при поглощении ультрафиолетового излучения молекулами кислорода. Атомы кислорода отщепляются от этих молекул и, сталкиваясь с молекулами кислорода, соединяются с ними. Это же излучение разрушает молекулы озона. Образованию озона способствуют электрические разряды и присутствие в атмосфере оксидов азота и углеводородов. В процессе образования и разрушения озона происходит поглощение ультрафиолетового излучения.

Описаны три основных механизма разрушения озона атмосферы – водородный цикл, азотный цикл и хлорный цикл.

Основными веществами антропогенного происхождения, разрушающими озон, являются соединения типа фторхлоруглеводородов (фреоны) и оксиды азота. Оксиды азота могут иметь также и природное происхождение. Водородный же цикл является исключительно природным механизмом разрушения озонового слоя.

Механизм водородного разложения озона был открыт ещё в 1965 году и к настоящему времени хорошо изучен. Ключевая роль в них принадлежит группе гидроксила ОН-, образующейся при взаимодействии молекул водорода, метана и воды с атомарным кислородом. Эти ионы довольно активно разрушают молекулы озона, выступая в качестве катализатора водородного цикла разложения озона, который может быть представлен следующими реакциями:

OH + O3 = HO2 + O2,   
HO2 + O3 = OH + 2 O2,   
Итог: 2 O3 = 3 O2.

Всего цикл насчитывает более сорока реакций и всегда прерывается образованием воды по схеме

OH + HO2 = H2O + O2,   
OH + OH = H2O + O.

Легкие газы водород и метан, выделившиеся из недр на земную поверхность, быстро поднимаются до стратосферных высот, где активно реагируют с озоном. Вода, получившаяся в результате такой реакции, на стратосферных высотах замерзает с образованием стратосферных облаков. Наличие потоков водорода, метана, а также многих других газов, идущих из-под земли, давно уже подтверждено многократными инструментальными измерениями. В 80-е годы прошлого века  А.А. Маракушевым была сформулирована гипотеза, что основным хранилищем планетарного запаса водорода является жидкое ядро Земли. Процесс кристаллизации твердого внутреннего ядра ведет к отгонке водорода во внешнюю наружную зону жидкого ядра, на границу с мантией.

Те же самые инструментальные измерения позволили обнаружить и важную особенность глубинной дегазации. Истечение газов неравномерно во времени и происходит в основном (в сотни раз больше, чем в других областях планет) в рифтовых зонах, расположенных на гребнях срединно-океанских хребтов. Очевидное совпадение главных озоновых аномалий и рифтовых зон служит веским аргументом в пользу водородной концепции.

*Энергетический кризис*. Современное энергопотребление человечества составляет около 1013  Вт/год и основано на невозобновляемых запасах ископаемого топлива – каменного угля, нефти, газа. Оно примерно на порядок превышает доступную для использования человеком мощность возобновляемых источников энергии – солнечную, геотермальную, ветровую, приливную, гидромощность рек, и др.

Надвигающийся энергетический кризис связан не столько с тем фактом, что исчерпаемые источники энергии рано или поздно закончатся, а тем, что растущий антропогенный вклад в энергетику биосферы грозит ее устойчивости.

В естественных экосистемах, которые характеризуются состоянием стойкого гомеостаза, первичная продукция в основном перерабатывается гетеротрофными организмами, что обеспечивает замыкание биотического круговорота – необходимое условие устойчивого функционирования биосферы. В экосистемах суши около 90% продукции растительности потребляется редуцентами – бактериями и грибами-сапрофагами; около 10% продукции растительности потребляется червями, моллюсками и членистоногими и позвоночными. Все позвоночные, включая человека, потребляют не более 1 % продукции растительности, при таком соотношении экосистемы устойчивы.

В современной биосфере в антропогенный канал, образуемый людьми и домашними животными, по некоторым расчетам поступает около 25% всей первичной продукции растений. Естественно, что 25-кратное увеличение потребляемой продукции происходит уже не благодаря энергии Солнца, но в основном за счет дополнительных источников энергии.

Чтобы обеспечить замкнутость биотического круговорота в природно-хозяйственных системах, для поддержания современного антропогенного потребления людям необходимо сконструировать аналог естественных экосистем с мощностью порядка 1015 Вт. Дополнительное энергопотребление в таких масштабах даже при наличии неограниченных запасов источников энергии может разрушить стабильность климата Земли.

*Энергетический кризис тесно связан и с истощением кислородного запаса планеты. Ряд возрастания агрессивности топлива в отношении кислорода выглядит следующим образом: уголь, нефть, газ, водород.*

*При сгорании 1 части природного газа уничтожается 4 части кислорода (для нефти – 3,4, для угля – 2,7). Правда после этого кислород может частично возвращаться через углекислоту и фотосинтез. При водородном источники энергии – исчезает 8 кг кислорода на 1 кг водорода причем безвозвратно, так как образуется вода. Кроме того утечки водорода ведут к уничтожению озонового слоя.*

*Поэтому перспективны в этом отношении - возобновляемые источники энергии и топливо, не связывающее кислород в воду.*

*Демографический взрыв*. Начало демографического взрыва относят к середине двадцатого века. Ежедневно население увеличивается на 250 тыс человека, 1 млн 750 тыс еженедельно 7,5 млн в месяц, 90 млн в год. При этом традиционно наблюдается наибольшая плотность населения в Европе, Китае и Индии, отдельные регионах Юго-Восточной Азии, Южной и Северной Америках, с преобладанием городского населения в данных областях. Быстрый рост населения в развивающихся странах резко обостряет экологические и социальные проблемы. Число жителей развивающихся стран составляет три четверти населения планеты, а потребляет всего одну треть общемировой продукции.

Чтобы продемонстрировать общую характеристику населения Земли приведем расчеты одного социологического исследования. Если бы все население Земли «сжать» до размеров деревушки с населением 100 человек, а все существующие соотношения современного человечества остались бы прежними, то получилось бы следующее: в ней проживали бы – 57 азиатов, 21 европеец, 14 представителей Сев, Центральн, и Южной Америки, 8 африканцев; 70 из 10 были бы не белыми; 50% всех богатств оказались бы в руках 6 человек и все они были бы гражданами США; 70 человек не умели бы читать; 50 страдали бы от недоедания; 80 человек жили бы в жилищах неприспособленных для проживания; только 1 человек бы имел высшее образование.

Хотя сам по себе факт уменьшения рождаемости в развитых странах в глобальном масштабе положительный, однако, в будущем он будет иметь негативное действие на общество. Все больше должна будет возрастать роль социальных институтов стареющего общества. Кроме того, в политическом плане более старое, более консервативное общество будет испытывать проблемы с нововведениями, что в конечном итоге вызовет проигрыш этого общества молодым, более мобильным системам развивающихся стран.

*Истощение плодородия почв*. Одним из следствий демографического взрыва является проблема голода. Общая площадь пахотных земель в мире – 1 млрд. 356 млн. га Общая площадь возможных пахотных земель – 5 млрд. га. Поскольку половина пахотных земель сейчас при нынешней технологии сельского хозяйства используется на истощение, происходит постепенно абсолютное сокращение пахотных земель. За исторический период человечество уже потеряло по своей вине – 2 млрд. качественных земель. И наиболее остро стоит проблема опустынивания, под угрозой которого находится 19% суши.

Поверхность суши, доступная человеку постоянно подвергается техногенному воздействию. Изменяются природные ландшафты, вырубаются леса, освоение новых территорий не учитывает необходимость поддержания динамического равновесия природных систем. Большой вред наносит неадекватная мелиорация, приводящая к засолению и заболачиваю почв, а также использование токсичных химических веществ, для повышения урожайности и для борьбы с «вредителями» сельскохозяйственных культур.

*Кислотные осадки*. Кислотными называют любые атмосферные осадки: дожди, туманы, снег, значение водородного показателя которых (рН) меньше 5,6.

Химический анализ показывает, что зачастую образование кислотных осадков связано с поступлениям в атмосферу оксидов углерода, азота, серы, фосфора, которые при при взаимодействии с парами воды, образуются кислоты. Эти вещества имеют как природное, так и антропогенное происхождение. Антропогенные выбросы происходят в результате сжигания топлива при работе угольных ТЭЦ, промышленных предприятий, автомобильного транспорта и т.д.

Значение рН важно с экологической точки зрения, так как от него зависит деятельность практических всех ферментов, гормонов в организме, регулирующих обмен веществ, рост и развитие. Особенно чувствительны к изменениям рН гидробионты (водные живые организмы).

Но в то же время ущерб не ограничивается гибелью водных организмов. Многие пищевые цепи, охватывающие практически всех диких животных, начинаются в водоемах.

Кислотные осадки вызывают деградацию лесов. Нарушая защитный восковой покров, они делают листья и хвою растений более уязвимыми для насекомых, микоорганизмов и других патогенных организмов.

Воздействуя на почву, кислотные осадки нарушают почвенные экосистемы. При низких значениях рН уменьшается активность редуцентов и азотфиксаторов, что еще сильнее обостряет дефицит питательных веществ: почвы теряют плодородие. Кроме того, в кислой среде соединения алюминия и других металлов становятся растворимыми и оказывают сильное токсическое действие на почвенную биоту, растения, животных.

В борьбе против закисления почв огромное значение имеет буферная емкость почвы. В качестве буфера многие природные системы содержат карбонат кальция. В сельском хозяйстве издавна используется известкование почвы – как агротехнический прием, направленный на нейтрализацию кислых почв.

*Загрязнение Мирового океана*. Возрастающая эксплуатация ресурсов Мирового Океана уже сама по себе оказывает все более сильное воздействие на его экосистему. Однако имеются и мощные внешние источники загрязнения – атмосферные потоки и материковый сток. В результате на сегодняшний день можно констатировать наличие загрязняющих не только в зонах, прилегающих к материкам, и в районах интенсивного судоходства, но и в открытых частях океанов, включая высокие широты Арктики и Антарктики.

В Мировой океан ежегодно сбрасывается более 30 тыс. различных химических соединений, общей массой – несколько млрд. тонн. Самыми опасными являются загрязнители отравляющего, мутагенного или канцерогенного действия на морские организмы – углеводороды, токсичные металлы, радиоактивные вещества. Помимо их возрастает роль и биологического загрязнения.

В последнее время особую опасность для загрязнения Мирового океана представляют техногенные аварии, например, авария в Мексиканском заливе и поступление радиоактивных веществ при аварии на атомной станции Фукусима.

Многие страны, имеющие выход к морю, производят морское захоронение различных материалов и веществ, в частности грунта, вынутого при дноуглубительных работах, бурового шлака, отходов промышленности, строительного мусора, твердых отходов, взрывчатых и химических веществ, радиоактивных отходов. Объем захоронений составил около 10% от всей массы загрязняющих веществ, поступающих в Мировой океан. Основанием для дампинга в море служит возможность морской среды к переработке большого количества органических и неорганических веществ без особого ущерба воды. Однако эта способность не беспредельна. Поэтому дампинг рассматривается как вынужденная мера, временная дань общества несовершенству технологии.

Тепловое загрязнение поверхности водоемов и прибрежных морских акваторий возникает в результате сброса нагретых сточных вод электростанциями и некоторыми промышленными производствами. Сброс нагретых вод во многих случаях обуславливает повышение температуры воды в водоемах. Более устойчивая температурная стратификация препятствует водообмену поверхностным и донным слоем. Растворимость кислорода уменьшается, а потребление его возрастает, поскольку с ростом температуры усиливается активность аэробных бактерий, разлагающих органическое вещество.

Загрязняющие вещества изменяют физико-химические свойства вод, определяющие газообмен, потоки солнечной радиации и теплоты через его поверхность. Все это у целом может представлять серьезную угрозу устойчивости экосистемы Мирового океана и все биосферы в целом.

*Наведенная сейсмическая активность*. Наведенные землетрясении, возникающие в результате антропогенной деятельности часто связаны как с прямым разрушением целостности в результате взрывов, так и с косвенным воздействием, например, при строительстве гидротехнических сооружений.

Проводя подземные ядерные взрывы, закачивая в недра или извлекая оттуда большое количество воды, нефти или газа, создавая крупные водохранилища, которые своим весом давят на земные недра, человек, сам того не желая, может вызвать подземные удары. Повышение гидростатического давления и наведенная сейсмичность вызываются закачкой флюидов в глубокие горизонты земной коры.

Слабые и даже более сильные “наведенные” землетрясения могут вызывать крупные водохранилища. Накопление огромной массы воды приводит к изменению гидростатического давления в породах, снижению сил трения на контактах земных блоков. Вероятность проявления наведенной сейсмичности возрастает с увеличением высоты плотины.   
Увеличение активности слабых землетрясений наблюдалось в момент заполнения водохранилищ Нурекской, Токтогульской, Червакской гидроэлектростанций.

В Индии, в 1967 году в районе плотина Койна, возникло землетрясение с магнитудой 6.4, от которого погибло 177 человек. Оно было вызвано заполнением водохранилища. Рядом расположенному городку Койна-Нагар был причинен большой ущерб. Случаи возникновения сильных наведенных землетрясений с магнитудами около шести известны при строительстве Ассуанской плотины в Египте, плотины Койна в Индии, Кариба в Родезии, Лейк Мид в США.

При неблагоприятном сочетании техногенных факторов, и особенностей природного деформационного процесса возрастает вероятность возникновения техногенных землетрясений, а также значительных смещений земной поверхности, способных привести к аварийным катастрофическим ситуациям.

**РАЗДЕЛ 2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ТЕМА 2 Правовые основы охраны окружающей среды

2.1 Природоохранное законодательство

2.2 Стандарты в области охраны природы. Строительные нормы и правила. Санитарные правила и нормы

2.3 Виды ответственности за экологические правонарушения

**РАЗДЕЛ 3 АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

ТЕМА 3 Физическое загрязнение окружающей среды

3.1 Шум. Основные характеристики, классификация шума. Нормирование. Меры борьбы с шумовым загрязнением

Шум это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

***Источники и характеристики шума***

Источниками механического шума являются ударные процессы, вибрация машин и оборудования. Аэродинамический шум возникает в результате не стационарных процессов при истечении газа, воздуха, пара. Электромагнитный шум образуется в результате колебаний элементов электромеханических устройств под действием переменного электрического поля. Гидродинамический шум возникает вследствие гидравлических ударов, кавитации и турбулентного течения жидкости.

Органы слуха человека воспринимают звуки, частотой от 20 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц называются инфразвуком, а выше 20000 Гцультразвуком. Они не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на живые организмы и человека. При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное звуковое давление Р.

Для оценки и измерения шума применяется относительная величина, которая называется уровнем звукового давления, измеряемого в децибелах: Lp=20 lg P/Po, где Lp – уровень звукового давления, дБ; Р – среднее звуковое давление в окружающей среде, Па; 4 Ро – пороговое значение звукового давления (порог слышимости на частоте 1000 Гц, Po=2∙10-5 Па).

Основными источниками шума в населенных пунктах являются: - стационарные (трансформаторные подстанции, вентиляционные и компрессорные установки, строительные машины и механизмы, промышленные предприятия, спортивные площадки, торговые объекты и др.); - передвижные (автомобили, трамваи, метро, автобусы, водный и авиационный транспорт). За последние годы шум во всех крупных городах увеличился на 10 –15 дБ. Уровни звукового давления от автотранспорта достигают 87 дБ, от трамвая -90 дБ, от железнодорожного транспорта- 93 дБ от промышленных предприятий -80-100 дБ.

***Гигиеническое нормирование шума***

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, действие которого в течение длительного времени не вызывает изменений комплекса физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма. Нормативные уровни звукового давления и уровни звука для помещений жилых и общественных зданий, территорий микрорайонов, мест отдыха устанавливаются в соответствии с санитарными нормами. Так на территории большинства субъектов РФ действуют ограничения относительно уровня шума в жилых помещениях.

В дневное время (с 7 до 23 часов) средний уровень шума должен составлять не более 40 дБ. При этом периодически разрешается издавать звуки мощностью до 55 дБ, однако такие звуки должны быть кратковременными. Например, в случае проведения ремонта разрешается периодически включать громкую дрель, что не будет являться нарушением закона; однако такую дрель нельзя оставлять включенной, поскольку в таком случае этот инструмент будет издавать громкие звуки постоянно, что будет являться нарушением закона.

В ночное время (с 23 до 7 часов) средний уровень шума должен составлять не более 30 дБ. При этом периодически также разрешается издавать громкие звуки мощностью до 45 дБ, а характер звука должен быть кратковременным.

Для придомовой территории рядом с многоквартирным домом установлены несколько другие ограничения по шуму. В дневное время (от 7 до 23 часов) уровень шума должен составлять не более 70 дБ, а в вечернее - не более 60 дБ. При этом после 19.00 часов также запрещены некоторые другие действия, которые издают много шума: проведение ремонтных работ, запуск фейерверков, громкая музыка и т.п.

Санитарные нормы по шуму распространяются и на рабочее место. При этом максимально допустимый уровень шума на рабочем месте зависит от двух параметров - от степени тяжести труда и от степени напряжения рабочего. Так для легких и средних работ с низкой степенью напряжения максимальный уровень шума – 80 дБ, а для различных работ с высоким и средним уровнем напряжения максимально допустимый уровень шума составляет от 50 до 75 дБ

Методы снижения шума можно классифицировать по следующим трем направлениям:

1. уменьшение (подавление) шума в источнике его возникновения, включая изъятие из эксплуатации транспортных средств и изменение маршрутов их движения;

2. снижение шума на пути его распространения;

3. применение средств звукозащиты при восприятии звука.

1. Уменьшение (подавление) шума в источнике его возникновения.

-технические средства уменьшения шума непосредственно на ТС (глушители – понижение шума на 10-20 дБА, тип кузова, конструкции подвесок двигателя и др.); Обновление автомобильного парка и замена изношенных устаревших конструкций АТС на новые менее шумные;

- использование малошумных дорожных покрытий ("шепчущий" асфальт в Австралии на автомагистралях - поглощает шум от движения, приводя к такому понижению его уровня, которое адекватно сокращению числа проезжающих ТС в 2 раза. Обладает хорошим сцеплением с автомобильными шинами и поглощает воду.

- защита расстоянием. Наиболее радикальным средством нейтрализации воздействия транспортного шума является вывод дороги за пределы населенной территории или удаление жилой застройки и пешеходных зон, то есть создание буферной зоны между транспортными потоками и жилой застройкой.

- регулирование дорожного движения (уменьшения интенсивности движения и скорости транспортного потока, доли грузовых АТС и автобусов).

2. Снижение шума на пути его распространения.

В качестве защитных сооружений по снижению транспортного шума на пути его распространения используются:

- защитные посадки, совмещенные с грунтовым валом;

- земляной (грунтовый вал);

- комбинация грунтового вала и шумозащитного барьера;

- валы с крутыми склонами с лесонасаждениями;

- шумозащитные барьеры (акустические экраны);

- трассирование дорог в выемке с разрезами или решетками;

- укрытие дороги с трех сторон (туннель).

Наибольшее распространение шумозащитные барьеры. Высота шумозащитного барьера принимается 2,5-3 м.

В качестве материалов для устройства шумозащитных экранов используют бетон, металл, дерево, стекло, асбоцемент.

Звукозащитные барьеры могут быть: звукопоглощающими и звукоотражающими. Сравнительная характеристика одних и других изучалась в Японии на автомагистрали Токио-Нагоя. На расстоянии 14 м от звукоотражающего барьера снижение уровня звука составило 16 дБа, на расстоянии 40 м - 21 дБа. Для стенок звукопоглощающего типа эти показатели лучше на 2-3 дБа. Звукоотражающие экраны приводят к усилению уровня шума на магистрали или автомобильной дороге. Устранить этот недостаток можно с помощью изогнутых или наклонных панелей, благодаря чему звуковые волны отражаются вниз или вверх. Такие конструкции требуют большой площади и нетипичны. Предпочтительнее шумозащитные барьеры из звукопоглощающих материалов.

Снижения уровня шума на 40 дБа можно достичь с помощью звукопоглощающих стен, изготовленных из резины. Элементы представляют собой маты, изготовленные из старых измельченных автомобильных шин, армированные стальной сеткой и закрепленные на металлическом каркасе.

Покрытие шумозащитных экранов вьющейся растительностью не только улучшает их эстетическое восприятие, но и способствует снижению уровня шума.

3. Применение средств звукозащиты при восприятии звука.

1) Проектирование зданий

Необходимость устройства дорогостоящих ограждающих конструкций с высокими звукоизоляционными характеристиками может быть сведена к минимуму, если форму и ориентацию здания спланировать с учетом воздействия шума со стороны дороги.

Цель такого подхода - избегать отраженных звуков от любой поверхности стены, обращенной к чувствительным к шуму помещениям самого здания, или от здания, расположенного рядом. Форма здания может быть использована для обеспечения собственной акустической защиты. Некоторые части такого здания (стены с уступами и балконы) обеспечивают акустическую защиту от шума со стороны автомобильной дороги.

2) Звукоизоляция элементов здания:

Физическими характеристиками стен, которые способствуют хорошей звукоизоляции, являются малая жесткость, высокий уровень демпфирования и большая масса. Поэтому, толстая каменная стена будет иметь более высокую звукоизоляцию, чем тонкая стеклянная панель.

Использование: - двухслойной ограждающей конструкции с звукопоглощающим материалом, таким, как стекловолокно;

- двухслойных ограждающих конструкций в виде двойного остекления.

3.2 Электромагнитное загрязнение среды. Характеристики и методы защиты

ТЕМА 4 Атмосфера

* 1. Состав и строение атмосферы

Общая масса атмосферы составляет (5,1—5,3)·1015 т. Давление и плотность воздуха в атмосфере Земли с высотой убывают. Атмосфера в зависимости от распределения температуры подразделяется на тропосферу(до 10-12 км), стратосферу (до 50-55 км), мезосферу (до 80-85 км), термосферу (до 800 км) и экзосферу (на высоте около 2000—3000 км экзосфера постепенно переходит в так называемый ближнекосмический вакуум). При том 95% всей массы воздуха находится в тропосфере.

Атмосферный воздух – смесь газов, из которых состоит атмосфера Земли. Воздух представляет собой неоднородную смесь газов, жидких и твердых частиц, отличающихся малой скоростью. Воздух не имеет запаха, прозрачен, его плотность при 00С равна 1,2928 кг/м3, растворимость в воде 29,18 см3/л, в жидком состоянии приобретает голубоватую окраску. Без воздуха человек может прожить 4-5 минут.

Современный газовый состав атмосферы, который отличается постоянством, приведен в таблице 4.

Таблица 4

Газовый состав атмосферы

|  |  |
| --- | --- |
| Вещество | Концентрация в сухом воздухе, объемные % |
| Азот (N2) | 78,084 |
| Кислород (O2) | 20,9476 |
| Аргон (Ar) | 0,934 |
| Углекислый газ (CO2) | 0,034 |
| Остальные газы | 0,0004 |

Кроме приведенных здесь газов, в атмосфере Земли в измеримых количествах присутствуют (в порядке убывания): неон, криптон, метан, гелий, ксенон, оксиды азота, оксид углерода (II), водород, аммиак, оксиды серы, сероводород, углеводороды. На долю этих веществ приходится всего около 0,0004%.

Термическая структура тропосферы обусловлена нагреванием земной поверхности солнечной радиацией с последующим переносом тепла вверх путем турбулентного перемешивания и конвекции. Господствующие в тропосфере процессы (испарение водяного пара и его конденсация) приводят к образованию облаков и осадков, поскольку в тропосфере содержится преобладающая часть водяного пара атмосферы. В отличие от тропосферы, в которой важную роль играет турбулентный обмен, стратосфера весьма устойчива, содержит мало влаги, и в ней отсутствуют погодные явления в обычном смысле слова, а единственным видом облачности являются серебристые облака.

Защищая поверхность Земли от воздействия различных излучений, атмосфера в то же, время пропускает достаточное количество солнечной энергии, необходимой для осуществления реакции фотосинтеза, освещения поверхности Земли, а также некоторое количество ультрафиолетовых лучей, обеспечивающих санирующий эффект. Газовый состав атмосферы формировался в течение миллиардов лет. Параллельно с этим происходили эволюционные процессы живой материи. В результате все живое на нашей планете приспособилось к существованию в такой атмосфере. Атмосферный воздух необходим для поддержания жизненных процессов и формирования погодно-климатических условий на Земле.

Состояние среды обитания человека определяется физико-химическими свойствами воздуха, его газовым составом, влажностью и электрическими свойствами атмосферы. Среди физических свойств воздуха следует выделить температуру. Основным источником поступления тепла на поверхность Земли является солнечное излучение, часть которого непосредственно нагревает воздух, а часть проходит через него и облучает поверхность Земли. Эта энергия, частично поглощается, а частично отражается от поверхности Земли и нагревает воздух.

4.2 Основные источники загрязнения и неблагоприятного воздействия на атмосферу

Загрязнением называется поступление в атмосферу каких-либо веществ и энергии в количестве, вызывающем неблагоприятное воздействие на здоровье человека, состояние экосистем, природные и антропогенные объекты (материалы, оборудование, здания и сооружения).

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются: на естественные (природные) источники и искусственные (антропогенные). К естественным источникам относятся: извержение вулканов, пыльные бури, лесные и степные пожары, туманы, тонкий песок пустынь и пыль от эрозии почв, различные продукты жизнедеятельности микроорганизмов, растений и животных. Естественные источники загрязнений носят либо распределенный, либо кратковременный, стихийный характер и мало влияют на общий уровень загрязнения.

Антропогенные (искусственные) – источники, возникающие в результате деятельности человека. Они являются наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно, после химических превращений в атмосфере, либо совместно с другими веществами.

Основными загрязняющими веществами, попадающими в атмосферу из антропогенных источников, являются: диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды и ЛОС (летучие органические соединения). Кроме них в атмосферу попадает и множество других соединений, многие из которых являются мутагенами и канцерогенами (бензол, мышьяк, никель, кадмий, хром, свинец, диоксины и другие), а также взвешенные частицы различного состава.

Термин «взвешенные частицы» относится к твердым или жидким веществам, диспергированным в газовой фазе. Для их обозначения в сокращенном виде используются две аббревиатуры ВЧ или PM – производное от английского словосочетания «Particulate Matter». По сложившейся традиции в метеорологии, физике атмосферы, химической экологии к ВЧ относят, в основном, твердые частицы. Твердые частицы в дисперсных системах могут образовываться в результате процессов измельчения, конденсации, различных химических реакций или в результате высыхания растворов (морские пыли). Под воздействием газовых или воздушных потоков они переходят во взвешенное состояние и образуют то, что и принято называть «взвешенными частицами». Для обозначения отдельных видов ВЧ, в зависимости от размеров, формы и характерных особенностей поведения, используют такие термины, как пыль, аэрозоль, сажа, дым.

Пыль представляет собой дисперсную систему с газообразной дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой, которая состоит из частиц, по размерам находящихся в диапазоне от близких к молекулам до видимых невооруженным глазом (примерно от 0.001 до 100 мкм) и обладающих свойством находиться во взвешенном состоянии более или менее продолжительное время. В соответствии с современными представлениями под аэрозолем понимается дисперсная система, состоящая из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой фазе, обычно, в воздухе. Скорость оседания частиц аэрозоля незначительна, поэтому они продолжительное время витают в воздухе. Наиболее тонкие из них по размерам приближаются к молекулам, а наиболее крупные достигают 0.2-2.5 мкм. Взвешенные частицы можно классифицировать по ряду характерных признаков, например, по происхождению, размеру, форме, способу генерации

К показателям, которые обычно используются для характеристики РМ и имеют значение для здоровья, относятся массовая концентрация частиц диаметром менее 10 мкм (PM10) и частиц диаметром менее 2,5 мкм (PM2,5). В PM2,5, которые часто называют мелкодисперсными взвешенными частицами, также входят ультрамелкодисперсные частицы диаметром менее 0,1 мкм. На большинстве территории Европы PM2,5 составляют 50–70% PM10.

К наиболее распространенным химическим компонентам РМ - частиц относятся сульфаты, нитраты, аммиак, другие неорганические ионы, такие как ионы натрия, калия, кальция, магния и хлорид-ионы. Также Рм – частицы образуют органический и элементарный углерод, минералы земной коры, связанная частицами вода, а также металлы и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). В составе РМ также встречаются биологические компоненты, такие как аллергены и микроорганизмы.

К физическим явлениям, обуславливающим загрязнение атмосферного воздуха, относятся: радиоактивное излучение, в том числе космическое, шумовое воздействие, тепловые выбросы, электромагнитные поля.

***Радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы***

По данным ВОЗ в ежегодной дозе облучения, получаемой человеком, доля продуктов ядерных испытаний составляет – 0,7%, от прочих техногенных источников – 0,3%, от медицинских обследований и лечения – 34%. Но главная опасность исходит от природных источников: на естественный фон приходится 22% суммарной дозы, а на продукты распада радона – 43%.

*Радон образуется при распаде урана-238, тория -232 и радия-226, содержащихся в почве и многих минералах. Инертный радиоактивный газ без цвета и запаха, радон через трещины и поры земной поверхности непрерывно и повсеместно поступает в атмосферу. Земля, на которой стоят дома, материалы, из которых они сделаны, могут быть источниками радона. В результате часто возникают довольно высокие уровни радиации. Опасен не столько радон, сколько его дочерни продукты – естественные радиоактивные аэрозоли, которые являются канцерогенами*.

Акустический шум оказывает вредное влияние на организм, вызывая шумовую болезнь.

Нормальный уровень шума до 40 дБ. Но уровень общего шума в ряде производств 60-70 дБ. Допустимый уровень – до80 дБ, предельнодопустимый – до 110дБ. Шум от городского транспорта – до 70-90, от взрывов – 110-130 дБ. По данным ВОЗ реакция на шум начинается при уровне 40 дБ, при 34 – нарушения сна, при 70 дБ возникают глубокие нарушения со стороны ЦНС и других органов.

Эквивалентный уровень звука на территории непосредственно примыкающей к жилым домам не должен превышать в ночное время не должен превышать 45 дБ, а в дневное – 55 дБ.

Электромагнитные поля – новый антропогенный фактор, выраженный особенно вблизи ЛЭП, радио теле станций, роадиолокация, радиосвязи, энергетических установок, городского транспорта.

С одной стороны электромагнитный фон достигает высоких уровней, с другой – может меняться много раз в течение дня. Например, в электропоездах уровень электромагнитные поля превышает естественный фон в сотни тысяч раз. Такие изменения поля, безусловно, могут служить пусковым механизмом для патологических процессов.

Причем опасны как высокочастотные, так и низкочастотные поля. И если для защиты от электрических полей, то от низкочастотной магнитной составляющей защиты не существует.

К биологическим факторам загрязнения относятся: микроорганизмы, продукты биогенного происхождения и выбросы от промышленных предприятий пищевого, витаминно- лекарственной и сельскохозяйственной отраслей народного хозяйства, а также коммунальные выбросы.

Биологические агенты могут быть причиной различных заболеваний человека, животных и растений, а также нарушать биологическое равновесие экосистем.

4.3 Экозащитная техника и технологии

**4.3.1 *Самоочищение атмосферы***

*Самоочищение атмосферы - частичное или полное восстановление естественного состава атмосферы вследствие удаления примесей под воздействием природных процессов.*

*В природе самоочищение атмосферы происходит за счет следующих факторов: разбавление, седиментация, извлечение атмосферными осадками, биохимические преобразования в процессе жизнедеятельности растений и микроорганизмов, химические процессы нейтрализации.*

*Атмосферные осадки играют большую роль в из­влечении загрязнений из воздуха. Они вымывают из воздуха не только твердые частицы, но и значитель­ную часть газообразных. Известно, что после сильно­го дождя первоначальные концентрации загрязнений в воздухе восстанавливаются лишь через 12 часов.*

*Седиментации подвергаются главным образом твердые загрязнения. Для разбавления и седиментации большое значе­ние имеют скорость и направление ветра, а также ве­личина взвешенных частиц. Так, при скорости ветра 2 м/с и при выбросах из трубы высотой 45 м частицы величиной 10 микрон оседают в радиусе 10 км, а ве­личиной 2 микрона — в радиусе 300 км.*

*Растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород, который окисляет органические примеси. Роль зеленых растений в самоочищении и формирование состава атмосферы исключительна - почти весь свободный атмосферный кислород имеет биогенное происхождение. При этом, около 30 % его выделяют зеленые растения суши, а 70 % кислорода высвобождают водоросли Мирового океана).*

*Растения и микроорганизмы выполняют роль своеобразных "фильтров" атмосферных примесей. Растения очищают воздух от пыли. Под кронами деревьев на поверхности почвы осаждается в 5-10 раз больше пыли, чем на открытой местности. Например, сосновый древостой способен задерживать на 1 га до 36 т пыли. Даже зимой деревья имеют пылезащитное значение. За осенне-зимний период средняя концентрация пыли в воздухе под деревьями снижается до 37%, летом - до 42%. Способность разных видов растений задерживать пыль обусловлена строением их листовых пластинок. Наиболее эффективны в этом отношении кустарники с клейкими шероховатыми листьями. Так, вяз задерживает пыли в 6 раз больше, чем тополь, а 1 га березовых насаждений - 1100-2300 кг за вегетационный период. Установлено, что наилучшую "фильтрующую способность" имеют вяз периветвистый, клен ясенелистий, сирень обыкновенная. Пыль, оседающая на поверхности растений, содержит большое количество частиц тяжелых металлов. Поэтому деревья и кустарник способствуют снижению загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами, аккумулируя их в своих органах (листьях, корневой системе). Зеленые насаждения также поглощают и нейтрализуют токсичные газы. Фитонциды, выделяемые в окружающую среду растениями, могут осаждать, окислять и нейтрализовать летучие вещества. Фитонциды кустарниковых насаждений, содержащие линалилацетат, снижают концентрацию углерода оксида на 10-30%, серы диоксида - на 50-74%, азота оксидов - на 15-35%. Эффективнее всего поглощают и нейтрализуют газы следующие породы зеленых насаждений: клен ясенелистый, клен остролистый, липа мелколистая, айлант высокий, ель колючая, береза повисшая, граб обыкновенный, явор. Активность зеленых насаждений изменяется в течение года. Химические вещества, попадающие из атмосферы в ткани растений, локализуются в хлоропластах - органеллах, которые содержат фотосинтетические пигменты растений, т. е. хлорофилл и каротиноиды. Хлоропласты и восстанавливающие кофакторы, образующиеся во время фотохимических реакций фотосинтеза, окисляют и нейтрализуют атмосферные загрязнения. Метаболизаторами оксидов углерода и азота являются тис ягодный, граб обыкновенный, самшит вечнозеленый, кизил кроваво-красный, клен, а также липа шерстолистая, дуб каменный, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, сосна веймутовая, ольха черная и серая, желтая акация, бузина. Максимальное количество свинца концентрируют листья конского каштана обыкновенного: 1 кг сухого вещества листьев за сутки задерживает 1 - 3 мг свинца. Их можно рекомендовать для озеленения примагистральных территорий. Концентрация атмосферных загрязнений снижается по мере увеличения ширины и плотности полосы зеленых насаждений.*

*Природный потенциал самоочищения атмосферы во многом обусловлен такими природно-климатических условиями как особенности подстилающей поверхности (растительность, рельеф), температурный режим, количество выпадающих осадков, циркуляционные процессы в атмосфере.*

*Способность атмосферы к самоочищению характеризуется величиной ПЗА (потенциала загрязнения атмосферы). Чем ниже значение ПЗА, тем способность к самоочищению у атмосферы выше.*

*Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) – широко используемая на практике косвенная характеристика рассеивающих способностей атмосферы. Эта величина представляет собой отношение гипотетических среднегодовых (среднесезонных) приземных концентраций примесей от антропогенных источников в данной точке пространства к аналогичным значениям концентрации от таких же источников в некотором «эталонном» районе, где рассеяние примеси принимается наилучшим, а концентрации, соответственно, минимальными. Такая характеристика как ПЗА удобна в том отношении, что не требует сведений непосредственно об измеренных значениях концентрации или источниках загрязнения, а предполагает известными лишь такие климатические характеристики как вероятности слабого ветра (менее 1 м/с), приземных инверсий температуры и туманов.*

***4.3.2 Очистка выбросов от загрязняющих веществ***

*Промышленные атмосферные выбросы имеют сложный гетерогенный состав. Загрязнители, присутствующие в них, обладают самыми различными физико-химическими свойствами и находятся в различном агрегатном состоянии: твердом, жидком, газообразном. Поэтому для их удаления необходим широкий спектр экозащитных технологий и оборудования. Принцип действия оборудования напрямую зависит от свойств и агрегатного состояния загрязнителей, их концентрации в очищаемом воздухе и степени дисперсности.*

*При необходимости очистки выброса от всех типов загрязнителей экозащитная технология должна содержать оборудование, последовательно удаляющее твердые и жидкие аэрозоли, а затем газообразные загрязнители.*

***Очистка выбросов от твердых частиц***

*Из многочисленных загрязнений атмосферы по определению комитета экспертов ВОЗ основными загрязнениями являются взвешенные частицы – аэрозоли различных составов, подразделяющиеся на золу (более 100 мкм), пыль (1-100 мкм) и дым (0,1-1 мкм).*

*Зола, пыль и дым относятся к порошковым материалам и представляют собой дисперсные системы, состоящие из газовой дисперсионной среды и твердой дисперсной фазы, между частицами которой имеется физический контакт, а характерной особенностью является подвижность частиц относительно друг друга и способность перемещаться под действием внешней силы. Связь между частицами порошков обусловлена силами Ван-дер-Ваальса, имеющими молекулярную природу, когезионным взаимодействием, капиллярными силами и силами механического сцепления.*

*Порошковые материалы можно рассматривать как особую форму агрегатного состояния вещества, обладающую свойствами твердых тел, такими как температура плавления, параметры кристаллической решетки, магнитная восприимчивость и т.д.*

*Порошковые материалы имеют некоторые свойства, характерные для жидких сред: кинематическую вязкость, малое сопротивление напряжениям сдвига, способность гравитационно вытекать через отверстия и принимать форму сосуда, в который они помещены. Имеется и ряд свойств, характерных лишь для порошковых материалов, - насыпная плотность, угол естественного откоса и обрушения, сводообразование, сыпучесть, слеживаемость и уплотняемость.*

*Определяющими при решении практических задач создания высокоэффективных экологически безопасных технологий являются такие параметры порошковых материалов, которые характеризуют способность к изменению объема порошкового материала под действием внешних нагрузок и механохимическую активность порошков или их ингредиентов. Механохимическая активность порошка обуславливает интенсивное протекание процесса коагуляции аэрозольных частиц, приводящего к полидисперсности порошкового материала, которая, в свою очередь, является существенным препятствием для достижения 100%-ной эффективности средств очистки газо-воздушных потоков от пыли.*

*Принцип действия оборудования, предназначенного для удаления твердых и жидких частиц из воздушных потоков, основан на использовании действия одного поля или совокупности полей некоторых сил: силы тяжести, центробежной силы, сил близкого взаимодействия, электростатических сил и др.*

*В целом, все пылеуловители делятся на сухие и мокрые. В сухих в процессе очистки участвуют две фазы: газообразная и твердая, в мокрых – три: газообразная, жидкая и твердая.*

*Сухие пылеуловители по принципу действия делят на гравитационные, инерционные, центробежные и фильтрационные.*

*Мокрые аппараты или скрубберы подразделяют на форсуночные, скрубберы Вентури, скрубберы ударно-инерционного действия, барботажные скрубберы и другие.*

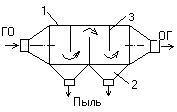
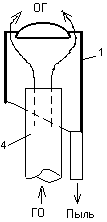
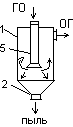
*Отдельным элементом в рассматриваемом ряду стоят электрофильтры: в электрофильтрационных процессах могут участвовать как две, так и три фазы.*

*В общем случае установка очистки воздушных потоков от твердых частиц представляет собой систему, в которой твердые частицы загрязнения, содержащиеся в проходящем через нее воздушном потоке, подвергаются воздействию поля некоторых сил. Действующие силы придают каждой частице составляющую скорости, отличающуюся по направлению от направления газового потока, в результате чего частицы отделяются от основного газового потока. Для обеспечения высокой эффективности процесса прилагаемые силы должны быть достаточно велики, чтобы удалить частицу из газового потока за время ее пребывания в улавливающей системе.*

*Простейшим методом удаления твердых частиц из потока газа является их осаждение под действием гравитационной силы. Для этого используют гравитационные и инерционные пылеосадительные камеры. При пропускании через них потока воздуха происходит осаждение содержащихся в нем твердых частиц загрязнения на горизонтальные поверхности конструкции под действием силы тяжести. В инерционных камерах по сравнению с гравитационными на удаляемую частицу, кроме силы тяжести, действует дополнительный момент движения вниз, что позволяет увеличить эффективность процесса пылеулавливания. Скорость газа в гравитационных камерах составляет 0,2–1,5м/с. В них улавливаются частицы с эффективным размером не менее 50 мкм.*

*Скорость газового потока в инерционных пылеуловителях выше скорости в гравитационных камерах и составляет 5-15м/с. Минимальный размер улавливаемых в них частиц 25-30мкм.*

*Существуют самые разнообразные* конструкции пылеосадительных камер. Например, в зависимости от направления движения газа различают гравитационные камеры горизонтального и вертикального типов (рис. 2 а и б).

а б в

Рис. 2 Пылеосадительные камеры: а – гравитационная горизонтальная с вертикальными перегородками, б – гравитационная вертикальная дефлекторного типа, в – инерционная с подачей газового потока через центральную трубу; 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – перегородки, 4 – ваграночный дымоход, 5 - центральная труба. ГО – газ на очистку, ОГ – очищенный газ.

На рис. 1в в качестве примера представлена инерционная пылеосадительная камера с вертикальным вводом загрязненного воздуха через центральную трубу.

Применение пылеосадительных камер имеет ряд преимуществ и недостатков. К преимуществам относятся: простота конструкции; низкая стоимость установки и незначительные эксплуатационные расходы; минимальный перепад давления и широкий интервал рабочих температур и давлений, ограниченный только видом конструкционного материала; складирование уловленного материала в сухом виде и возможность улавливания абразивных материалов. Основным недостатком осадительных камер с горизонтальным потоком являются слишком крупные габариты. Их общим недостатком является невысокая степень очистки: не более 70% по крупнодисперсной фракции для гравитационных камер и не более 80% для инерционных.

Для больших газовых потоков возможен вариант последовательной или параллельной установки нескольких подобных пылеуловителей.

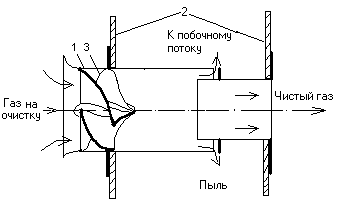
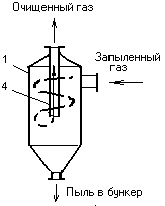
Следующий тип очистного оборудования, основанный уже на *действии поля центробежной силы*, называется циклонным, а его единичный аппарат – циклоном.

Физическая сущность циклонного процесса заключается в том, что во вращающемся воздушном потоке на взвешенные частицы действует центробежная сила, отбрасывающая их к периферии от центра по радиусу со скоростью, равной скорости осаждения. Частицы при этом сталкиваются с внутренней поверхностью корпуса аппарата, оседают на ней и постепенно выводятся из аппарата через коническое днище в пылесборный бункер.

Вращательное движение придается газовому потоку различными способами: тангенциальным входом, газоходом с загибом, входом по спирали, входом газа по оси и т.д. В соответствии с этим и классифицируют циклоны. Несмотря на многочисленность конструкций промышленных циклонов, все они однотипны.

Центробежная сила больше силы тяжести на несколько порядков. Именно поэтому циклоны очень эффективны для удаления частиц гораздо меньших размеров по сравнению с пылеосадительными камерами, и при одинаковых объемах очищаемых газов размеры циклонов значительно меньше.

Различают циклоны, в корпусе которых входящие и выходящие потоки газа движутся вдоль его оси в одном направлении (прямоточные, рис. 2 а) или в противоположных направлениях (противоточные, рис.3 б).

а б

Рис. 3. Схемы циклонов: а - прямоточный циклон с неподвижными лопастями, б – противоточный циклон с тангенциальным входом. 1 – корпус, 2- пылесборник, 3 – неподвижные лопасти, 4 – выходная труба.

Эффективность работы циклонов зависит от концентрации пыли и размеров ее частиц и резко снижается при уменьшении этих характеристик. Средняя эффективность обеспыливания газов в циклонах составляет 0,98 при размере частиц пыли 30-40мкм, 0,8–при 10мкм, 0,6– при 4-5мкм.

К преимуществам циклонов относятся простота устройства, небольшие габариты, отсутствие движущихся частей, высокая производительность, сравнительно небольшое гидравлическое сопротивление, возможность очистки с их помощью агрессивных и высокотемпературных газов. Недостатки - затраты энергии на вращение; большой абразивный износ частей аппарата пылью.

Если в аппарате происходит удаление твердых и жидких частиц с помощью сил близкого взаимодействия, то в этом случае говорят о *процессе фильтрования*.

Процессом фильтрования в промышленности называют разделение твердых и жидких аэрозолей на составные части путем пропускания их через пористую перегородку, называемую фильтром.

Фильтрование обеспечивает почти полное освобождение газов от взвешенных в них твердых и жидких частиц и в этом отношении имеет преимущество перед процессом осаждения. Движущей силой процесса фильтрования является разность давлений перед фильтром и после него.

Улавливание частиц фильтрами основано на том, что газовый поток, проходящий через фильтр, подносит частицы вплотную к улавливающему материалу, при этом улавливание осуществляется с помощью сил близкого взаимодействия: инерционного соударения, перехвата и диффузии.

Эффективность работы фильтров - 98-99,9%, размер удаляемых частиц до 2мкм.

Основным недостатком фильтрующего оборудования является невозможность его использования при содержании пыли в очищаемом воздушном потоке свыше 60г/м3.

Использование *поля электрических сил* позволяет удалять из воздушных потоков твердые и жидкие частицы самой разной степени дисперсности.

Действие электрического поля на заряженную частицу определяется в значительной мере величиной ее электрического заряда. При электроосаждении частицам небольших размеров удается сообщить значительный электрический заряд и благодаря этому осуществить процесс осаждения очень малых частиц, который невозможно провести под действием силы тяжести или центробежной силы.

Физическая сущность процесса электроосаждения состоит в следующем. Газовый поток, содержащий взвешенные частицы, предварительно ионизируют. Взвешенные в газе частицы приобретают при этом электрический заряд. При прохождении ионизированного газового потока в электрическом поле между двумя электродами заряженные частицы под действием электрического поля перемещаются к противоположно заряженному электроду, называемому осадительным и удерживаются на нем. Затем по мере стекания заряда с осажденных частиц частицы пыли под действием силы тяжести перемещаются в пылесборник.

Аппараты, в которых осуществляется электроосадительный процесс очистки воздуха от пыли, называют электрофильтрами. На рис. 4в качестве примера приведена схема трубчатого электрофильтра.

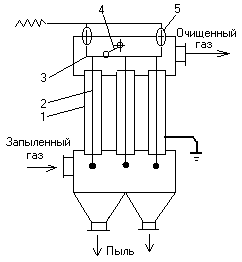


Рис 4. Трубчатый электрофильтр: 1- осадительный (трубчатый) электрод; 2 – коронирующий электрод; 3 – рама; 4 – встряхивающее приспособление; 5 – изоляторы.

Электрофильтры по форме осадительных электродов делятся на трубчатые и пластинчатые. В зависимости от характера осаждаемых из газа частиц различают сухие и мокрые электрофильтры. Первые применяют для очистки газов от пыли, а вторые – от мелкодиспергированной жидкости, взвешенной в газе.

Достоинства электрофильтрационной аппаратуры: высокая степень очистки, достигающая в отдельных случаях 99,9%; улавливание твердых и жидких частиц в широком диапазоне дисперсности от 0,1 до 100мкм при их концентрации в газах до 50г/м³; невысокое гидравлическое сопротивление; невысокие затраты энергии, возможность полной автоматизации их работы.

Недостатки: электрофильтры весьма чувствительны к изменению условий технологического процесса- температуры, влажности, объемного расхода. Степень очистки в них в значительной степени зависит от проводимости пыли. Высокая капиталоемкость установок обуславливает их использование для очистки больших объемов запыленных газов. Кроме этого, их можно применять только там, где отсутствует опасность взрыва.

Электрофильтры неизменно используются на электростанциях, в цементной промышленности, в химической промышленности и смежных с ней отраслях, в мощных системах улавливания дыма металлургической промышленности и т. д.

Возможна *мокрая очистка газов* от твердых частиц путем их орошения водой. Этот процесс называется скруббированием, а аппараты, в которых он происходит, называют скрубберами или газопромывателями. Мокрую очистку газов применяют в тех случаях, когда допустимы охлаждение и увлажнение очищаемых газов и хорошо отработаны технологические мероприятия по предотвращению брызгоуноса и утилизации отработанных жидких шламов.

При мокром пылеулавливании действуют те же механизмы осаждения, что и в других процессах удаления пыли из газовых потоков: гравитационное осаждение или седиментация, инерционное осаждение, эффект касания, осаждение под действием центробежной силы, диффузия, электрическое осаждение и другие. Преобладание того или иного механизма зависит от различных факторов: конструкции пылеуловителя, размера капель распыленной жидкости, плотности орошения, размеров, плотности, смачиваемости частиц, скорости движения газового потока, свойств газа и т.д.

Наибольшее распространение в отечественной промышленности получили форсуночные скрубберы, скрубберы Вентури, аппараты ударно-инерционного, барботажного и других типов**.** Максимальную эффективность процесса очистки обеспечивают аппараты, внутри которых создается турбулизованная газо-жидкостная среда и за счет этого обеспечивается максимальный контакт частиц загрязнения с жидкостью. Этими аппаратами являются скрубберы Вентури и аппараты ударно-инерционного действия, однако энергопотребление первых намного больше, чем у вторых.

На рис. 5 приведена схема скруббера ударно-инерционного действия.

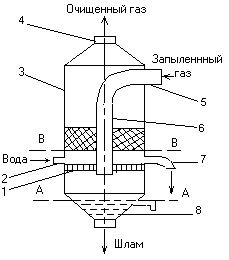


Рис. 5. Скруббер ударно-инерционного действия: 1 – решетка; 2 – труба; 3 – корпус; 4 – выхлопная труба; 5 – воздуховод; 6 – вертикальный стояк; 7 – труба; 8 – конический бункер.

В нем контакт газов с жидкостью осуществляется при ударе газового потока о поверхность жидкости с последующим пропусканием газожидкостной взвеси через отверстия различной конфигурации или непосредственным отводом газо-жидкостной взвеси в сепаратор жидкой фазы. В этой конструкции скруббера ударный механизм удаления частиц пыли совмещен с барботированием. Эффективность очистки газов в аппаратах ударного действия определяется размерами зазоров, через которые пропускают турбулизирующую струю газа.

Если из этой конструкции убрать ударную составляющую, то получится барботажный пенный аппарат. И те, и другие обеспечивают высокую степень очистки.

Достоинства мокрых пылеуловителей: сравнительно невысокая стоимость; возможность удаления из газов пыли разной дисперсности, (до 0,1мкм); достаточная универсальность (пылеулавливание можно сочетать с абсорбцией и теплообменом). В отличие от аппаратов сухого пылеулавливания, их можно применять при повышенной влажности газов, а также в условиях пожаро- и взрывоопасности.

К недостаткам относятся: необходимость решения проблемы накопления шламов, забивание газоходов и оборудования твердыми отложениями, а также в ряде случаев – брызгоунос и коррозия оборудования.

#### *Очистка промышленных выбросов от аэрозолей*

Многие промышленные выбросы наряду с твердыми частицами загрязнения содержат туманы кислот, щелочей, масел и других жидкостей.

Механизмы улавливания капелек жидкости из газовых потоков аналогичны рассмотренным выше механизмам улавливания твердых частиц и основаны на действии центробежных, гравитационных, электростатических сил, а также сил близкого взаимодействия: инерционного столкновения, перехвата, диффузии.

Аппараты, в которых происходит улавливание жидких частиц из воздушных потоков, называют туманоуловителями или каплеуловителями. Наиболее часто для предотвращения капельного уноса используют аппараты на основе инерционного и центробежного механизмов осаждения.

Основой инерционных туманоуловителей являются различного рода насадки, устанавливаемые на выходе газового потока из аппарата, в виде слоя высотой 80-200мм из колец Рашига, Паля, Берля, стержней, мелких сеток, волокон, а также обычных массообменных тарелок.

Насадочные каплеуловители обеспечивают достаточно высокую эффективность очистки при скорости газа до 3м/с. При более высоких скоростях может наступить захлебывание аппарата или вторичный унос капель.

Широко распространены сетчатые плоские насадки, сплетенные из проволоки. Сетку изготовляют из мягких термостойких, антикоррозионных материалов - нержавеющей стальной проволоки, никелевых, танталовых и титановых сплавов и элементарного политетрафторэтиленового волокна.

Более высокая эффективность очистки воздушного потока от тумана достигается в специальных фильтрах из стекловолокна, называемых фильтрами патронного типа или свечного типа.

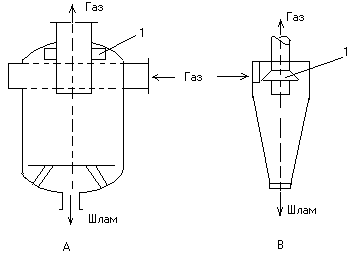
Фильтрующие свечи изготовлены путем намотки волокна на каркас или путем набивки в сетчатый каркас. Сетчатый каркас изготовлен из стали или поливинилхлорида. Такой туманоуловитель удовлетворительно работает в широком диапазоне давления в среде агрессивных газов. Возможна установка нескольких патронов в один корпус по принципу рассмотренных ранее патронных фильтров.

Патронные волокнистые туманоуловители используют для улавливания агрессивных дисперсных частиц в производстве серной кислоты, фосфора и его соединений и др.

В плоских фильтрах скорость прохождения газов 1,5-2,5м/с, в патронных 0,1-0,2м/с. Плотность набивки, и, следовательно, перепад давления, определяется химическим составом тумана и размерами его частиц. Эффективность улавливания высокая - 99,9%. При улавливании масляного тумана возможна работа фильтров в режиме высокого давления–1500КПа.

Из центробежных каплеуловителей в настоящее время применяют обычные циклоны с коническим днищем и циклоны с цилиндрическим корпусом (рис. 6)

Различие между удалением твердых частиц и капелек аэрозоля заключается в том, что при улавливании жидкого аэрозоля нет необходимости в применении методов встряхивания или каких-либо других способов удаления частиц, так как капли сливаются и стекают с фильтрующих поверхностей. Поэтому в конструкции фильтра для улавливания жидких аэрозолей должно быть предусмотрено устройство дренажа уловленной жидкости.



а б

Рис. 6. Циклоны для улавливания капель: а – цилиндрическая модель с отражателем над сливом (1 – юбка для предотвращения ползучести жидкости); б – обычный циклон с тангенциальным входом и юбкой 1

При пропускании аэрозолей с жидкой фазой через уловители происходит осаждение капель жидкости на внутренних поверхностях этих аппаратов с образованием текучего жидкого слоя. И если осаждение произошло на стенках корпуса, то жидкий слой стекает в коническое днище, а если это выходная труба циклона, то слои жидкости подтекают к окончанию выходной трубы и легко увлекаются отходящим газом. Захват и увлечение капель будет происходить также в зоне низкого давления по оси циклона, и капли жидкости, движущиеся к основанию конуса, могут всасываться потоком отходящих газов. Эти особенности тоже требуют дополнительных изменений в конструкции аппаратов, таких как установка «юбок» на выходных трубах циклонов или отражателей капель над сливом. Помимо этого уменьшению уноса способствует цилиндрическая форма корпуса.

«Юбка» на крышке корпуса предотвращает сползание жидкости в выходную трубу: жидкость сдувается с юбки и отбрасывается к стенке. Отражатель капель представляет собой плоскую плиту, являющуюся фальшивым основанием. Между плитой и корпусом образуется щель, через которую жидкость стекает в отстойник.

Для предотвращения вторичного уноса капель вход аэрозоля с жидкой фазой располагают в нижней части циклона, замедляя этим продвижение жидкости вверх.

Кроме рассмотренных конструкций аппаратов, для очистки газов от тумана можно использовать различные конструкции традиционных пылеулавливающих устройств: насадочных скрубберов, скрубберов Вентури, электрофильтров и т. д. Например, в производстве контактной серной кислоты в качестве пылеуловителя применяют сушильную башню, представляющую собой насадочную колонну, орошаемую серной кислотой. В производстве серной кислоты из сероводорода для улавливания брызг и тумана используют электрофильтры кислотные трубчатые. Перечисленные аппараты характеризуются значительной капиталоемкостью, выгоднее применять волокнистые и сетчатые туманоуловители.

***Очистка промышленных выбросов от газообразных загрязнений***

Для удаления газообразных загрязнений из воздушных потоков используются физико-химические и химические методы, такие как абсорбция, адсорбция, сжигание в пламени и каталитическое сжигание. Эффективность очистки на основе этих методов может достигать 99,9%.

*Абсорбция* представляет собой физико-химический процесс разделения газо-воздушной смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов жидкостью – абсорбентом с образованием раствора.

Процесс является избирательным и обратимым. Обратимость позволяет после избирательной абсорбции одного или нескольких компонентов из газовой смеси провести процесс десорбции, то есть выделить эти компоненты из жидкости в качестве целевого продукта, а регенерированный абсорбент вернуть на абсорбцию. Движущей силой процесса абсорбции является градиент концентрации вещества в очищаемом воздушном потоке и в объеме абсорбента.

Абсорбционной очистке подвергают газообразные выбросы, содержащие один или несколько газообразных загрязнителей. В зависимости от используемого абсорбента и его селективности можно выделить либо один компонент, либо последовательно несколько.

Абсорбент должен удовлетворять ряду требований, основными из которых являются высокие поглотительная способность и селективность по отношению к извлекаемому компоненту; невысокая летучесть и быстрое восстановление при регенерации.

Выбор абсорбента определяется физико-химическими свойствами газообразных загрязнений – растворимостью в воде, кислым или основным характером и т.д.

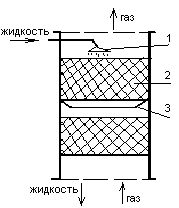
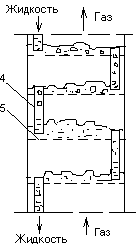
Аппараты, используемые в этом процессе, называют абсорберами. Их конструкция должна обеспечивать максимально развитую поверхность контакта газовой и жидкой фаз для максимально эффективного протекания процесса очистки воздуха. Условно абсорберы подразделяют на следующие группы:

- поверхностные, в которых контакт фаз происходит на зеркале жидкости или поверхности жидкой пленки, стекающей по каналам различной формы (пленочные), элементам насадки (насадочные) или пленки, образующейся на элементах движущихся частей (механические);

- барботажные, в которых контакт происходит на поверхности пузырьков и струй, возникающих при пропускании газа через слой жидкости в аппарате (барботажные), на тарелке (тарельчатые), в затопленной насадке (с подвижной насадкой) либо в пространстве с перемешивающими устройствами (механические);

- распыливающие, в которых контакт происходит на поверхностикапель распыляемой жидкости (полые, скоростные прямоточные, механические).

Пленочные и распыливающие абсорберы, имеющие достаточно примитивную конструкцию, являются малоэффективными аппаратами. Для абсорберов с более сложной конструкцией (насадочные, барботажные, тарельчатые) характерна высокая эффективность процесса очистки. В промышленности наиболее распространены насадочные и тарельчатые конструкции абсорберов. На рис. 7 приведены контактные устройства этих аппаратов.

а б

Рис. 7. Контактные устройства насадочного (а) и тарельчатого (б) абсорберов: 1 – приспособление для распределения жидкости; 2- насадка; 3 – устройство для перераспределения жидкости, 4 – переливное устройство; 5 – тарелка.

Насадочный абсорбер представляет собой цилиндрическую колонну, в которой имеются приспособления, распределяющие жидкость по насадке, насадочные тела и устройства, направляющие к центру растекающуюся жидкость. Элементы насадки могут располагаться либо хаотично, либо в определенном порядке. Насадка расположена выше входного отверстия газа. Жидкость противотоком стекает через слой насадки. Газ вводится снизу и движется вверх по каналам, образованным насадочными телами.

Насадка, или насадочные тела, могут иметь самую разнообразную форму. Практическое значение хордовая насадка, кольца, фасонные насадочные тела, спиральная и сетчатая металлическая насадка, а также дробленый кусковой материал.

Тарельчатые абсорберы выполняются в виде вертикальных цилиндров, внутри которых одна под другой горизонтальные перегородки – тарелки, обеспечивающие возможность течения жидкости сверху вниз, а газа снизу вверх.

Различают тарельчатые колонны с неорганизованным переливом жидкости или с провальными тарелками и колонны с переливными устройствами. В колоннах с переливными устройствами жидкость поступает на верхнюю тарелку, проходит через переливные устройства сверху вниз и удаляется из нижней части аппарата. Газ вводится в нижнюю часть аппарата и перемещается вверх, распределяясь на каждой тарелке в виде пузырьков или факелов.

Под *адсорбцией* понимают физико-химический процесс концентрирования молекул вещества на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела. Твердое тело называют адсорбентом, а сконцентрированное вещество адсорбатом.

Адсорбенты могут иметь электронейтральную или неполярную поверхность, а могут быть полярными. К первому типу относятся все углеродные адсорбенты, например, активированные угли, активированная сажа, углеродные молекулярные сита, углеродные волокнистые материалы и т.д. Полярную поверхность имеют, как правило, минеральные адсорбенты: силикагели, цеолиты, активная окись алюминия, активная окись железа, пористые стекла и т. д.

Протекание процесса адсорбции обусловлено наличием поля универсальных сил межмолекулярного взаимодействия – сил Ван-дер-Ваальса. Движущей силой процесса адсорбции, как и любого массообменного процесса, является градиент концентрации загрязняющего вещества в воздушном потоке и в объеме пор адсорбента.

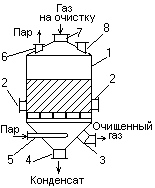
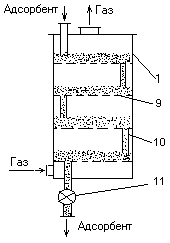
Адсорбция – это самопроизвольный, экзотермический, избирательный и обратимый процесс. Благодаря избирательности и обратимости процесса возможно поглощение из газовых смесей одного или нескольких компонентов, а затем выделение их в чистом виде.

В общем случае адсорбционная очистка газов наиболее эффективна при обработке больших объемов газов с малым содержанием примесей, например, при тонкой очистке технологических газов; при очистке аспирационных газов; при рекуперации паров летучих растворителей и т.д. При удалении паров ядовитых веществ и предполагаемых канцерогенов наиболее целесообразно использовать метод адсорбции в тех случаях, когда содержание примесей необходимо уменьшить до нескольких миллионных долей и даже ниже.

Для всех типов адсорбентов и адсорбатов величина адсорбции определяется свойствами поглощаемого вещества, параметрами пористой структуры адсорбента и внешними условиями процесса: температурой, давлением, влажностью, концентрацией загрязнения в потоке очищаемого воздуха.

Восстановление сорбционной емкости использованного сорбента осуществляется с помощью десорбции. При этом десорбции будут способствовать факторы, замедляющие процесс адсорбции, а именно: повышение температуры адсорбента, понижение давления над адсорбентом и наличие в фазе над адсорбентом конкурирующего вещества.

В промышленности адсорбционную очистку воздушных смесей осуществляют в аппаратах, называемых адсорберами. Адсорберы могут быть как периодического, так и непрерывного действия. И те и другие могут быть односекционными и многосекционными (рис. 8).

а б

Рис. 8. Схема адсорбера периодического действия с неподвижным слоем адсорбента (а) и многоступенчатого адсорбера с псевдоожиженным слоем адсорбента (б) : 1 – корпус; 2 – люки для выгрузки адсорбента; 3 – штуцер для вывода очищенного газа; 4 – штуцер для отвода конденсата; 5 – барботер для подачи острого пара при десорбции; 6 – штуцер для отвода паров при десорбции; 7 – штуцер для подачи газа; 8 – люки для загрузки адсорбента; 9 – газораспределительная решетка; 10 – переливной патрубок; 11 – затвор-отводчик.

В аппаратах периодического действия слой поглотителя, состоящий из гранулированного, дробленого или порошкового материала, неподвижен, в аппаратах непрерывного действия слой поглотителя находится во взвешенном состоянии и циклическом движении.

Адсорберы работают по четырехфазному циклу – адсорбция, десорбция, сушка и охлаждение.

На стадии адсорбции очищаемые газы поступают в слой поглотителя, где из них адсорбируются загрязнения, и затем выводятся из аппарата.

После того, как адсорбционная емкость поглотителя будет использована полностью, проводят стадию десорбции, на которой в слой адсорбента подают нагретую смесь водяных паров и инертного газа или воздуха, в результате чего происходит вытеснение молекул адсорбата из объема пор адсорбента. Образовавшиеся пары и конденсат отводят.

Далее поглотитель сушат горячим воздухом или инертным газом и охлаждают тем же воздухом или газом, но с пониженной температурой. По окончании всех стадий рабочий цикл в аппарате повторяется.

Метод сжигания в пламени или огневого обезвреживания используется в том случае, если загрязняющие вещества, присутствующие в потоке очищаемого воздуха, могут быть легко окислены, а продукты окисления газообразны и нетоксичны. В основе этого метода лежит реакция окисления загрязняющих веществ, главным образом, органического происхождения.

Основные преимущества использования данного метода газоочистки – универсальность, высокая эффективность (более 95%) и возможность рекуперации тепла.

Огневое обезвреживание происходит при температуре 700-800˚С, для чего требуется поддерживать реакцию горения топлива или горючих компонентов газового потока.

Огневое обезвреживание используют для очистки технологических и хвостовых газов, а также для очистки аспирационного воздуха.

Эффективность процесса огневого обезвреживания зависит от целого ряда факторов, таких как концентрация удаляемых примесей, температура процесса, количество кислорода, наличие турбулентного перемешивания воздушного потока, его предварительный подогрев, дополнительная подача в систему обезвреживания воздуха или водяного пара для полного окисления ненасыщенных углеводородов, достаточное время пребывания молекул загрязняющих веществ в системе и т.д.

Температура, выше которой горение газов или паров поддерживается произвольно, называемая температурой самовоспламенения, зависит от физико-химических свойств органического загрязнения и количества тепла, выделяющегося в процессе горения.

Термическое обезвреживание отходящих газов промышленных предприятий осуществляют в основном в устройствах двух типов: факельных установках и печах различной конструкции.

*Каталитическое сжигание* представляет собой дальнейшее расширение технологии сжигания газов в замкнутом пространстве. Преимуществом метода является то, что окисление на поверхности катализатора происходит при температуре ниже температуры самовоспламенения и при таких концентрациях горючих загрязнений в воздухе, которые не обеспечивают тепловыделения, необходимого для протекания самоподдерживающейся реакции горения. Помимо этого для каталитического сжигания расходуется только лишь стехиометрическое количество кислорода.

Каталитическое дожигание целесообразно в тех случаях, когда отходящие газы представляют собой многокомпонентные смеси различных веществ, разделение которых другими методами малоэффективно, а продукты окисления газообразны и нетоксичны.

Катализаторы могут терять свои основные свойства – активность и селективность с течением времени или при контакте с каталитическими ядами, в результате которого происходит либо химическое взаимодействие компонентов загрязнения с катализатором, либо покрытие катализатора слоем дезактивирующего вещества.

Если не произошло разрушения структуры катализатора в процессе его эксплуатации, то его активность может быть восстановлена в процессе регенерации. Для этого катализатор обрабатывают кислородом, воздухом либо смесью воздуха с водяным паром при температуре 400-500˚С, причем верхняя температура регенерации зависит от термической стойкости катализатора.

4.4 Нормативы качества атмосферного воздуха

В теоретическом плане, основой всей системы экологического нормирования является норматив, т.е. (по определению Н.Ф. Реймерса), степень максимально допустимого вмешательства человека в экосистемы, обеспечивающая, у экосистем сохранение, желательной структуры и динамических качеств (воздействие, не ведущее к опустыниванию). Нормированием качества среды называется установление пределов, в которых допускается изменение, ее естественных свойств.

Для практических целей требуются несколько иные нормативы, учитывающие, в частности, необходимость последующего контроля и существующую практику государственной статистической отчетности. Реагировать на исчезновение даже отдельных компонентов биоценоза слишком поздно.

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу производится путем установления значений предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих веществ, для всех источников выбросов.

ПДВ – это масса выбросов ЗВ в единицу времени от данного источника, или совокупности источников загрязнения атмосферы, производственного объекта (промышленной площадки, предприятия, города и т.д.), с учетом перспективы развития всех предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, создающая приземные концентрации, не превышающие их предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира.

Нормативы ПДВ являются основой для проведения экологической экспертизы и планирования мероприятий по снижению загрязнения атмосферы.

Нормирование предельно допустимых нагрузок на какой-либо отдельный компонент окружающей природной среды (вода, земля, воздух) осуществляется с помощью норм предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Под ПДК понимается концентрация загрязняющего вещества в единице объема природной среды (водной, воздушной и т.д.), которая не оказывает отрицательного (прямого или косвенного) воздействия на живой организм (отравление организма человека и животных, порчу зеленых растений, снижение прозрачности атмосферы и т.д.). ПДК измеряется г/м3, мг/л, мг/м3.

В бывшем СССР впервые были разработаны и внедрены с 1949 года в практику природоохранной деятельности нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе населенных пунктов исходя из гигиенических требований. Нормативы ПДК устанавливаются для оценки состояния атмосферного воздуха в интересах охраны здоровья человека, охраны растительности и животного мира. ПДК – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного воздействия, включая отдаленные последствия на него и на окружающую среду в целом. Эта величина обоснована клиническими и санитарно – гигиеническими исследованиями, носит законодательный характер.

Все загрязняющие вещества оценивают по их воздействию на организм. Наиболее характерными являются токсические и рефлекторные воздействия. Рефлекторные реакции, могут, проявляется в форме ощущения запаха, световой чувствительности и т.п. Токсическое действие может быть общетоксическим, канцерогенным, мутагенным и другим. Эти обстоятельства вызвали необходимость устанавливать для загрязняющих воздух веществ, три вида ПДК: максимально разовую, среднесуточную и рабочей зоны.

Максимально разовая концентрация вводится с целью предупреждения негативных и рефлекторных реакций при кратко временном воздействии и обозначается ПДКм.р.. а среднесуточная – для предупреждения токсического действия –ПДКс.с..

Максимально разовая концентрация (ПДКм.р.) определяет допустимое краткосрочное воздействие (20 минут).

ПДКс.с  - определяет допустимое длительное воздействие (24 часа) загрязняющего вещества.

Для целей, связанных с решением инженерных задач, пользуются исключительно нормативами ПДКм.р..

В России, как правило, ПДК соответствуют самым низким значениям, которые рекомендованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

*Максимальная разовая величина ПДК. в воздухе населенных мест* (ПДКм.р.) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не вызывает рефлекторных реакций в организме человека при коротком (20 минут) вдыхании.

*Среднесуточная ПДК в воздухе населенных мест (ПДКс.с.) -* это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного, вредного воздействия в условиях длительного (70 лет) круглосуточного вдыхания.

*ПДКв воздухе рабочей зоны (ПДКр.з.)* – такая концентрация, которая не вызывает у рабочих людей при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в здоровье. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 метров над уровнем пола или рабочей площадки.

Нормативы ПДК разрабатываются в системе Госсанэпиднадзора и периодически издаются в виде списков.

На вещества, для которых ПДК не установлены, Госсанэпиднадзором устанавливаются временные допустимые нормативы, называемые «ориентировочные, безопасные уровни воздействия» (ОБУВ), мг/м3. ОБУВ являются максимальными разовыми.

В настоящее время нормативно-методическая база нормирования продолжает развиваться. Это касается широкого круга вопросов: процедуры инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, с использованием как инструментальных, так и расчетных методов; организации и проведения расчетов загрязнения атмосферы; формирования предложений по нормативам ПДВ (ВСВ), а также определению периодичности производственного контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов.

***Учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (инвентаризация)***

Первым этапом любого нормирования загрязнения атмосферы является инвентаризация источников выделения и выбросов загрязняющих веществ (ЗВ). Результаты инвентаризации выбросов вредных веществ и их источников являются базовой основой работ по нормированию выбросов, и всей деятельности по охране атмосферного воздуха, обязательность, которой узаконена ст.22 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Качество инвентаризации определяет обоснованность устанавливаемых величин ПДВ (ВСВ).

Инвентаризация представляет собой систематизацию сведений о распределении источников по территории, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Основной целью инвентаризации источников выделения и выбросов загрязняющих веществ является получение данных для:

* оценки степени влияния выбросов ЗВ предприятия на окружающую среду (атмосферный воздух);
* установление предельно допустимых норм выбросов ЗВ в атмосферу как в целом по предприятию, так и по отдельным источникам загрязнения атмосферы;
* организация контроля соблюдения установленных норм выбросов ЗВ в атмосферу;
* оценки состояния пылегазоочистного оборудования предприятия;
* оценки экологических характеристик используемых на предприятии технологий;
* оценки эффективности использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов на предприятии;
* планирования воздухоохранных работ на предприятии.

Инвентаризация должна проводиться один раз в пять лет. Досрочная инвентаризация выбросов предприятия должна быть проведена в случае реконструкции и изменения технологии производства, если контролирующие органы установили неучтенные источники выбросов ЗВ и т.д.

Инвентаризацию источников выделения и выбросов ЗВ в атмосферу проводят все действующие предприятия, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, производственная деятельность которых связана с выбросом ЗВ в атмосферу.

При инвентаризации используют следующую терминологию:

* *источник образования ЗВ* – объект, в котором происходит образование ЗВ (технологическая установка, устройство, аппарат, склад, площадка, емкость и т.д.);
* *источник выброса ЗВ* – объект, от которого ЗВ поступает в атмосферу.

Источник выбросов ЗВ может быть организованным или неорганизованным, стационарный или передвижной.

* *Организованный источник* – источник, осуществляющий выброс через специально сооруженные устройства (дымовые и вентиляционные трубы, дефлекторы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари).
* *Неорганизованный источник* – источник загрязнения, который не имеет специальных устройств, для вывода выбросов в атмосферу. На производстве, источниками таких выбросов становятся: неплотности в оборудовании или открытые поверхности; погрузо-разгрузочные работы; открытое хранение сырья, материалов и отходов; оборудование и технологические процессы как в производственных помещениях, не оснащенных вентиляционными установками, так и расположенные на открытом воздухе (например, передвижные сварочные посты, резервуары хранения нефти и нефтепродуктов и т.д.); взрывные работы. При этом выбросы удаляются через неплотности в зданиях, оконные проемы, дверные проемы и ворота. На предприятиях общезаводские очистные сооружения промышленных или хозбытовых стоков (отстойники, аэротенки биологической очистки, шламонакопители), могут быть довольно крупными источниками неорганизованных выбросов. Хранение автотранспорта на открытой площадке, передвижение его по территории предприятия также относятся к неорганизованным выбросам. Все эти источники являются площадными.
* *Площадной источник* – источник, имеющий значительные геометрические размеры площадки, по которой относительно равномерно происходит выделение загрязнений, и, в том числе, как результат рассредоточения на площадке большого числа источников (открытая стоянка автотранспорта и т.д.). Различают также точечный источник выброса ЗВ и линейный.
* *Точечный источник* – источник в виде трубы или вентиляционной шахты.
* *Линейный источник* – источник в виде канала (щели) для прохода загрязненного воздуха с поперечным сечением, имеющим значительную протяженность (длину): в несколько раз большую, чем ширина, например, ряд открытых, близко расположенных в одну линию оконных фрамуг, либо аэрационные фонари и т.п.

Для определения количественных и качественных характеристик источников выделения и выбросов ЗВ в атмосферу используются инструментальные и расчетные (балансовые, а также основанные на удельных технологических нормативах или закономерностях протекания физико-химических процессов) методы. К расчетным методам, как правило, относятся и расчетно-аналитические методы, в которых в качестве параметров расчетных формул для определения величин выброса (г/с) используются значения измеренных концентраций вредных веществ (мг/м3) в атмосферном воздухе.

Выбор методов определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу зависит, в первую очередь, от характера производства и типа источника.

Инструментальные методы являются превалирующими для источников с организованным выбросом ЗВ в атмосферу.

Расчетные методы применяются, в основном, для определения характеристик источников с неорганизованными выделениями (выбросами). При этом могут использоваться только методики, рекомендованные в установленном порядке к применению в «Перечне документов по расчету выделений (выбросов) ЗВ в атмосферный воздух, действующих в 2001-2002 годах» или в документах, дополняющих и корректирующих этот перечень.

Определение параметров источников загрязнения атмосферы (ИЗА) должно осуществляться при регламентных загрузке и условиях эксплуатации технологического и пылегазоочистного оборудования. Наряду с этим, параметры источников загрязнения атмосферы (ИЗА) следует фиксировать и на основных режимах работы технологического оборудования (установки) и стадиях технологических процессов.

***Нормирование выбросов в атмосферу.***

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу производится для каждого действующего, реконструируемого, строящегося или проектируемого предприятия или другого объекта, имеющего стационарные источники загрязнения атмосферы.

*Под стационарным источником* понимается любой источник с организованным или неорганизованным выбросом, дислоцируемый или функционирующий постоянно (или временно) на территории объекта.

Целью нормирования выбросов ЗВ от объекта, от которого они поступают в атмосферу, является обеспечение соблюдения критериев качества атмосферного воздуха. Критерии качества атмосферного воздуха регламентируют предельно допустимое содержание в нем вредных веществ, для здоровья населения и основных составляющих экологической системы, а также условия не превышения показателей предельно допустимых (критических) нагрузок на экологическую систему и других экологических нормативов. При нормировании выбросов учитываются технические нормативы выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха.

Предельно допустимый выброс ЗВ (ПДВ) – это норматив предельно допустимого выброса ЗВ в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха. Норматив устанавливается с учетом технических нормативов выбросов и фонового загрязнения атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов.

Временно согласованный выброс (ВСВ)– временный лимит выброса вредного ЗВ в атмосферный воздух, который устанавливается для действующих стационарных источников выбросов с учетом качества атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития соответствующей территории в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу предусматривает учет не только гигиенических, но и экологических нормативов качества атмосферного воздуха.

Экологический норматив качества атмосферного воздуха – это критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание ЗВ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую природную среду.

В настоящее время нормирование выбросов ЗВ в атмосферу основано на необходимости соблюдения, гигиенических критериев качества атмосферного воздуха населенных мест. Вместе с тем, как показывают результаты ряда исследований, разные уровни загрязнения атмосферного воздуха влияют на различные составляющие экосистемы (растительность и лесные насаждения, сельскохозяйственные угодья разных видов, почва, вода, фауна и т.д.) не одинаково. При этом нередко для сохранения этих компонентов экосистемы необходимы более жесткие критерии качества атмосферного воздуха, чем для атмосферного воздуха населенных мест.

Нормативы ПДВ (ВСВ) устанавливаются для каждого конкретного стационарного источника загрязнения атмосферы и объекта в целом (а также его отдельных функциональных частей при условии их расположения на удалении друг от друга на расстоянии большем, чем размеры зоны влияния их выбросов).

Величину ПДВ нормируют для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ данным источником и совокупностью других с учетом рассеивания этих веществ в атмосфере не создадут приземных концентраций, превышающих ПДКм.р.

Максимальное значение приземной концентрации при выбросе газовоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем определяется по формуле:

 мг/м3

где А – безразмерный коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

Мi – масса каждого из вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ;

*m* и *n* – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

Н – высота источника выброса над уровнем земли, м;

*η* – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

∆Т – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси Тг и температурой атмосферного воздуха Тв;

Q – расход газовоздушной смеси, м3/ с.

ТЕМА 5 Гидросфера

Водные запасы на Земле огромны, они образуют гидросферу – одну из мощных сфер нашей планеты. Гидросфера, литосфера, атмосфера, являясь составными компонентами биосферы, взаимосвязаны и находятся в постоянном, тесном взаимодействии. Все сферы в своём составе имеют воду. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Гидросфера объединяет Мировой океан, моря, реки и озёра, болота, пруды, водохранилища, полярные и горные ледники, подземные воды, почвенную и биологическую влагу, а также пары в атмосфере.

*Распределение воды на Земле, круговорот воды*

Вода – наиболее распространенное на Земле вещество. Она находится в трёх фазах: газообразной, жидкой и твёрдой.

В атмосфере вода встречается в парообразном состоянии в воздушной оболочке, окружающей Землю, в капельножидком состоянии – в облаках, туманах и в виде дождя, твёрдом – в виде снега, града и кристалликах льда высоких облаков.

В жидком состоянии вода находится в гидросфере. В твёрдом состоянии вода в виде льда и снега находится у полюсов планеты, на горных вершинах, зимой покрывает водоёмы на значительных площадях.

Общая площадь океанов и морей в 3 раза больше площади суши, а объём воды на Земле составляет примерно 1 500 000 км3. Распределение водных ресурсов Земли представлено в табл. 6.

Таблица 6

***Распределение воды в биосфере***

|  |  |
| --- | --- |
| Мировой океан | 1370323 тыс. м3 |
| Подземные воды | 60000 тыс. м3 |
| Ледники | 24000 тыс. м3 |
| Озера | 280 тыс. м3 |
| Почва | 85 тыс. м3 |
| Пары атмосферы | 14 тыс. м3 |
| Реки | 1,2 тыс. м3 |

Вода постоянно находится в движении – циркуляции. Её перемещение происходит в результате механического движения – потоки воды в реках, течение в толще океана; в результате изменения фазового состава – вода испаряется и попадает в атмосферу посредством диффузионного и конвективного потоков. В северных районах наблюдается очень редкий способ перемещения воды способом возгонки. Снег, испаряясь, сразу превращается в пар и попадает в атмосферу. Для передвижения воды затрачивается много энергии, в основном солнечной. 22 % всей достигающей Земли поверхности энергии расходуется на испарение воды.

Приобретая такую огромную энергию, вода повышает свою энтропию. Находясь в неустойчивом равновесии, она стремится вернуться в исходное состояние. Таким образом, происходит непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды на земле, именуемый Круговоротом, или влагооборотом. Различают малый, большой и входящий в него внутренний материковый круговорот. Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км3 воды.

Интересен тот факт, что вода, являясь столь необходимым, жизненно важным веществом биосферы, обладает уникальными свойствами, отличающими ее от остальных жидких веществ планеты.

*Аномальные свойства воды:*

1. Точка замерзания и точка кипения. Если провести аналогию по группе кислорода, то учитывая свойства таких соединений как H2S H2Se H2Te, температуры должны быть -90 и +70 соответственно.
2. При замерзании объем воды увеличивается.
3. Лед плавает в воде, то есть плотность льда меньше плотности воды. Максимальная плотность воды при +4. Замерзание водоемов начинается с поверхности.
4. Высокая теплоемкость. 1 г воды нагревается на 1 градус с затратой 1 кал, 4,184 Дж, а 1 г железа – 0,1 кал.
5. Аномально высокое значение силы поверхностного натяжения и связанное с ним движение по капиллярам.
6. Абсолютная прозрачность в видимом участке спектра.

Природные и сточные воды характеризуется следующими свойствами: физическими (температура, содержание взвешенных частиц, цветность, запах, привкус); химическими (растворенные газы, биогенные вещества и микроэлементы, органические вещества, рН, жесткость, главные ионы, содержание солей, и т.д.); биологическими (гидробионты и гидрофлора для природных вод) и бактериологическими, характеризующими безвредность воды относительно присутствия в ней болезнетворных микробов.

5.1 Основные источники загрязнения и воздействия на гидросферу

Ученые и эксперты-экологи называют следующие основные источники загрязнения гидросферы Земли:

заводы, предприятия, рудоуправления и горные отвалы;

транспортная система – наземный, водный и воздушный транспорт;

туризм;

жилищно-коммунальные предприятия, скидывающие стоки в моря и пресноводные водоемы;

жизнедеятельность человека;

сельскохозяйственная деятельность (в виде азота, комплексных минеральных удобрений, пестицидов);

перевозка кораблями и транспортировка по трубам продуктов нефти и газопереработки.

В связи с усиливающейся техногенной нагрузкой на гидросферу необходимо искать пути решения проблем.

*Загрязнение мирового океана нефтью*

Добыча нефти может происходить либо на суше, либо на шельфе. В обоих случаях попадают продукты нефтепереработки в окружающую среду. Объем таких утечек незначителен, но он длительный по воздействию. В результате нефтью заражаются – озера, пруды, грунтовые воды, моря и океаны. Загрязнение нефтепродуктами может произойти во время аварии танкеров, доставляющих сырье или продукцию, непредвиденных ситуаций на нефтедобывающих платформах, чрезвычайных ситуациях на трубопроводах, проложенных по дну морей и океанов.

Крупнейшими промышленными катастрофами за 30 лет являются авария в бухте Гуанараба, приведшее к экологической катастрофе в Рио-де-Жанейро, авария танкера Prestige у берегов Испании, разлив мазута и углеводородов из танкера на Филлипинах, повреждения двух танкеров в Керченском проливе привели к разливу нефти и гибели животных и морских рыб, крупнейшая катастрофа на нефтяной платформе в Мексиканском заливе.

*Загрязнение детергентами*

Детергенты являются источниками загрязнения гидросферы. Это вещества, которые добавляются в моющие средства. Они снижают поверхностное натяжение воды. Это приводит к усилению вспенивания и лучшему очищению поверхностей от загрязненности.

К детергентам относятся: гели для душа, очистители, красящие вещества и пигменты, пластиковые и поливинилхлоридные компоненты, средства для мытья посуды и поверхностей, порошкообразные и гелеобразные стиральные порошки.

Детергенты также называются поверхностно-активными веществами (ПАВ) или синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ). ПАВ используют в сельском хозяйстве для эмульгирования пестицидов и других удобрений и как средств против паразитов.

Косметические и моющие средства попадают в грунт вместе со сточными водами, выводятся в моря и океаны.

*Минерализация вод*

Минеральные загрязнения воды – это попадание в гидросферу следующих веществ: минеральных солей, кислот и их растворов, щелочей;, тяжелых металлов. К минеральным загрязнителям также относят шлаки, частиц руды от горнобрабатывающих предприятий, глинистых частиц.

Засоление сточных вод – это фактор неорганического и минерального типа загрязнения. Степень интоксикации – это количество вещества, которое остается после выпаривания воды и выпадает в виде твердого осадка.

*Загрязнение тяжелыми металлами*

Тяжелые металлы – это токсический вид загрязнения. Они совпадают по своим признакам с группами микроэлементов, но оказывают пагубное действие все живые организмы. Их выведение затруднено. Тяжелые металлы и их соли остаются в организме навсегда, оказывая пагубное воздействие на органы и системы жизнедеятельности, вызывая мутации и отравления.

Источники поступления тяжелых металлов могкт иметь природное и антропогенное происхождение. Природные факторы – это выветривание горных пород и почв, эрозия, деятельность вулканов, а техногенные факторы, связанны с переработкой и добычей полезных ископаемых, сгоранием топлива, сельскохозяйственной деятельностью и автотранспортом.

*Тепловое загрязнение*

Выброс теплых стоков приводит к нагреванию природных источников воды. В результате гидросфера испытывает перегрев и происходит тепловое загрязнение. Это самым негативным образом сказывается на жизнедеятельности живых организмов- гидробионов, чьим домом являются пресноводные и соленые резервуары, а также на все водные экосистемы в целом.

Лучше всего демонстрирует влияние перегрева воды на живые организмы ситуация с большим барьерным рифом. В связи с тем, что воды мирового океана стали теплее приблизительно на 1°С, кораллы на рифе начинают погибать. И поскольку этот процесс начинает принимать необратимый характер, что требует немедленного решения проблемы.

*Загрязнение полимерными материалами (пластиковое загрязнение)*

Основными полимерными загрязнителями гидросферы являются: поливинилхлорид, полиамид, полистирол, полиэфир, полиэтилен, лавсан, каучуки, резины.

Пластиковое загрязнение представлено множеством форм, в том числе засорением водоёмов (выбрасывание отходов в реки, озёра, моря, океаны), загрязнение воды частицами пластика, пластиковыми сетками и так далее. Большое количество изделий из пластика, производимых каждый год, предназначено для одноразового использования: одноразовые предметы упаковки или продукты, которые обычно всегда выбрасывают в течение одного года. Часто потребители различных видов пластмассовых изделий используют их единожды и затем выбрасывают или заменяют их.

В соответствии с данными Агентства по охране окружающей среды США, в 2011 году пластмассы составили более 12 % твёрдых бытовых отходов[6], а в 1960-х годах пластмассы составляли менее 1 % твёрдых бытовых отходов.

Не разлагающийся пластик вляется одной из составляющих морского мусора. «Нардлы», пластиковые гранулы (тип микропластика), перевозимые в такой форме, часто посредством грузовых судов, используются для создания пластмассовых изделий. Значительное количество нардлов попадает в океаны, и было подсчитано, что во всём мире они составляют около 10 % пляжного покрытия. Пластмассы в океанах обычно разлагаются в течение года, но не полностью, и в процессе этого токсичные химические вещества, такие как бисфенол А и полистирол, могут попадать в воду из некоторых пластмасс. Частички полистирола и нардлы являются наиболее распространёнными видами пластикового загрязнения в океанах, и в сочетании с полиэтиленовыми плёнками, пакетами и контейнерами для пищевых продуктов составляют большинство океанического мусора. В 2012 году было подсчитано, что существует примерно 165 миллионов тонн пластикового мусора в Мировом океане. По оценкам 2014 года на поверхности океана находится 268 940 тонн пластика, а общее количество отдельных кусков пластикового мусора составляет 5,25 триллионов тонн.

***Последствия загрязнения гидросферы***

Существует разнообразные экологические последствия, вызванные загрязнениями гидросферы. Но они все сказываются негативно на: жизнедеятельности организма, полноценном процессе роста, функционировании, репродуктивной системе и нормальном воспроизводстве организмов, в том числе и человека.

Ряд загрязнителей (соединения тяжелых металлов) оказывают нейротоксическое воздействие. Нервная система перестает функционировать полноценно, приводя к различным неврологическим нарушениям, а также к нарушениям сосудистой деятельности, приводящие к нарушению ментальных функций.

Многие загрязнители индуцируют канцерогенный эффект, в результате чего происходят мутации клеток, вызывающие их перерождение и неконтролируемый рост. Все это приводит к появлению онкологических заболеваний.

Некоторые вещества, которые оказываются в воде, в результате ее загрязнения, оказывают разрушающее действие на ДНК живых существ. Это приводит к возникновению серьезных болезней и мутаций у человека, зверей, птиц, рыб и растений.

Именно опасные примеси и радиоактивные загрязнения, содержащиеся в воде, могут привести к потере способности воспроизводства.

5.2 Экозащитная техника и технологии

***Самоочищение воды***

В процессе самоочищения происходит отмирание сапрофитов и патогенных микроорганизмов. Они погибают в результате ряда процессов:

* обеднения воды питательными веществами;
* бактерицидного действия ультрафиолетовых лучей солнца, которые проникают в толщу воды более чем на 1 м;
* влияния бактериофагов и антибиотических веществ, выделяемых сапрофитами;
* неблагоприятных температурных условий;
* антагонистического воздействия водных организмов и других факторов.

Процессы самоочищения воды протекают более интенсивно в теплое время года, а также в проточных водоемах — реках. Существенное значение в процессах самоочищения воды имеют сапрофитная микрофлора и водные организмы. Некоторые представители микрофлоры водоемов обладают антагонистическими свойствами к патогенным микроорганизмам, что приводит к гибели этих микробов.

Простейшие водные организмы, а также зоопланктон (рачки, коловратки и др.), пропуская воду через свой кишечник, уничтожают огромное количество бактерий. Бактериофаги, попавшие в водоем, также оказывают воздейcтвие на болезнетворные организмы.

Одним из важных процессов самоочищения воды является минерализация органических веществ.

Первым минеральным продуктом окисления азотсодержащих органических веществ является аммонийный ион или аммиак. Наличие последних в высоких концентрациях, при отсутствии нитритов и нитратов, указывает на свежесть загрязнения. Аммиак (азот аммония), как правило, при наличии окислителей переходит в нитриты, но эти соединения очень нестойки и при наличии кислорода окисляются до нитратов. Нитраты являются как бы конечным веществом при минерализации органических азотсодержащих продуктов.

При достаточной ***аэрации*** воды, т.е. обогащении воды кислородом происходит активизация окислительных, биологических и других процессов, участвующих в очищении воды.

Скорость самоочищения воды зависит от многих условий:

* количества загрязнений, поступивших в водоем;
* глубины его и скорости течения воды;
* температуры воды;
* наличия растворенного кислорода в воде;
* состава микрофауны и флоры и др.

Способность к самоочищению не безгранична, наоборот, она очень ограничена.

Соединения свинца, меди, цинка, ртути, которые могут попасть в водоемы со стоками, оказывают токсическое воздействие на организм животных, а также способствуют замедлению процессов самоочищения воды и ухудшают ее органолептические свойства.

В небольших водоемах при значительном количестве загрязнителей белкового характера в воде могут накапливаться промежуточные вещества их распада (в частности, сероводород, нитриты, диамины и др.), обладающие высокой токсичностью.

Самоочищение подземных вод происходит благодаря фильтрации через почву и за счет процесса минерализации, в результате вода полностью освобождается от органических загрязнений и микроорганизмов.

Ветеринарно-санитарный надзор водных источников включает:

* наблюдение за его ветеринарно-санитарным состоянием и организацию охраны с целью предупреждения возможных загрязнений воды органическими и прочими отбросами и нечистотами;
* организацию санитарно-лабораторного контроля качества воды и учет постоянства ее качества в зависимости от сезонов года и почвенных условий;
* установление взаимосвязи между доброкачественностью питьевой воды и заболеваниями животных (санитарный паспорт).

С целью гигиенической оценки состояния открытых водоемов определяют показатель биохимической потребности кислорода за 5 суток (БПК5) в мг/л и растворенный кислород в мг/л.

Независимо от результатов анализа воды, к использованию допускаются только такие водные источники, которые могут быть обеспечены или уже имеют зону санитарной охраны (ЗСО)

Под ЗСО понимают территорию вокруг источников водоснабжения и водопроводных сооружений, на которой должен соблюдаться специально установленный режим. Цель организации ЗСО в том, чтобы обеспечить охрану водных источников, водопроводных сооружений и окружающей их территории от загрязнения.

Необходимо создавать ЗСО в первую очередь около поверхностных водоисточников, которые легкодоступны загрязнению. Это мероприятие имеет важное значение и в отношении санитарной охраны подземных источников, так как при отсутствии ЗСО они также могут подвергаться загрязнению.

ЗСО для водопроводов, берущих воду из открытых водоемов, состоит из трех поясов: строгого режима, ограничений и наблюдений.

Первый пояс ЗСО — строгого режима — охватывает территорию, в которой находится источник водоснабжения и расположены водозаборные и водопроводные сооружения. В этом поясе запрещено проживание и временное нахождение лиц, не работающих на водопроводных сооружениях. Здесь не разрешено строительство, за исключением объектов, связанных с техническими нуждами водопровода. Площадь пояса строгого режима при использовании подземных источников составляет до 1 га при радиусе не менее 50 м вокруг места водозабора. При использовании межпластовых вод, которые лучше защищены, территория пояса может быть ограничена до 0,25 га.

Второй пояс ограничений — это территория, непосредственно окружающая источник водоснабжения. Использовать ее для хозяйственных нужд (пасти скот и др.) запрещается.

Третий пояс наблюдений — охватывает территорию, смежную с территорией второго пояса. Здесь органы санитарной службы ведут учет водных инфекций и постоянное наблюдение, чтобы предупредить распространение инфекционных болезней через воду.

***Экозащитная техника и технологии при защите гидросферы***

*Классификация примесей в сточных водах*

В индустриально развитых странах суммарный объем промышленных сточных вод, примерно, в 10 раз превышает объем хозяйственно-бытовых стоков. Способы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод разработаны достаточно детально, тогда как очистка промышленных сточных вод продолжает оставаться сложной. Это связано с чрезвычайным разнообразием примесей в промышленных стоках, количество и состав которых постоянно изменяется вследствие появления новых производств и совершенствования существующих технологий.

Промышленные сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы загрязняющих веществ, находящихся в растворенном, коллоидном или нерастворенном состоянии.

*Примеси, содержащиеся в производственных сточных водах* можно отнести к трем группам:

- минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство минеральных кислот, удобрений и т.д.);

- органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая промышленность;

-органоминеральные примеси (текстильные, нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, кожевенные и другие предприятия).

Поступление загрязняющих веществ в водоем вызывает многообразные нежелательные последствия: засорение водоема нерастворимыми веществами, ухудшение физико-химических свойств воды и кислородного режима, изменение рН, повышение содержания органических веществ и минерализации и, наконец, отравление водных обитателей токсичными веществами.

Таким образом, сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод может приводить к резкому ухудшению всего гидрохимического режима водоемов, а, следовательно, и условий существования в них водных организмов.

*Классификация методов очистки сточных вод*

*Очисткой с*точных вод называют их обработку с целью разрушения и удаления из них вредных веществ. При наличии в сточной воде большого количества трудноудаляемых токсичных или ядовитых примесей производят ее устранение путем закачки в скважины, глубины моря и захоронения.

Существует несколько признаков классификации методов очистки промышленных сточных вод. *По растворимости и степени дисперсности* загрязненных веществ в воде методы очистки сточных вод делят на методы очистки от нерастворимых примесей и методы очистки от растворимых примесей. Первая группа далее подразделяется на методы очистки от грубодисперсных примесей и от мелкодисперсных примесей, а вторая - на методы очистки от минеральных примесей, от органических веществ и от газов.

По своей сути методы очистки сточных вод могут быть разбиты на две группы: деструктивные и регенеративные.

Деструктивные методы обеспечивают разрушение загрязняющих веществ с последующим удалением образующихся продуктов распада в виде газов и осадков.

Регенеративныеметоды предусматривают извлечение из сточных вод всех ценных веществ и их последующую переработку.

*По механизмам протекания процессов* очистки сточных вод выделяют механические, физико-химические, химические, биологические и термические методы. Также возможен вариант комплексной очистки при одновременном использовании двух и более методов.

При выборе метода очистки и конструктивного оформления процесса обезвреживания сточных вод учитывают следующие факторы:

- санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных вод для дальнейшего их использования;

- количество сточных вод;

- наличие у предприятия необходимых энергетических и материальных ресурсов (топлива, пара, электроэнергии, реагентов) и площади для очистных установок;

- эффективность методов обезвреживания.

Обязательным элементом комплекса очистных сооружений промышленных стоков являются сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями на основе других методов. Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживаются. Образующийся на всех стадиях очистки осадок или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды могут направляться в оборотные системы водообеспечения промышленных предприятий, на сельскохозяйственные нужды или сбрасываться в водоем. Обработанный осадок может утилизироваться, уничтожаться или складироваться.

Перед подачей сточных вод на механическую очистку их могут направлять в устройства, которые регулируют состав и расход сточных вод. Это обусловлено тем, что состав сточных вод и их объем в результате залповых выбросов значительно изменяется в течение суток. К таким устройствам относят усреднители, которые либо дифференцируют поток сточных вод, либо интенсивно перемешивают их отдельные потоки.

  К *механическим* методам очистки относят процеживание, отстаивание, фильтрование, циклонирование и центрифугирование.

В состав *физико-химических* методов входят такие методы как коагуляция, флотация, мембранная очистка, адсорбция, ионный обмен, экстракция, дегазация и отгонка с водяным паром (эвапорация), электрохимические методы и т.д.

Мембранная очистка включает в свой состав механизмы обратного осмоса, ультрафильтрации, микрофильтрации, электродиализа и др.

*Химические методы* основаны на использовании реакций химического взаимодействия при объединении различных стоков и на использовании окислительно-восстановительных процессов.

Сутью *биологического метода* очистки сточных вод является процесс биохимического окисления органических загрязнений, являющихся для микроорганизмов источником одного из элементов питания - углерода.

*Механическая очистка производственных сточных вод*

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод крупнодисперсных нерастворимых минеральных и органических примесей. Как правило, она является методом предварительной очистки и предназначена для подготовки сточных вод к физико-химическим или биологических методам очистки. Механическая очистка позволяет выделить из сточных вод до 60…75 % нерастворимых примесей, многие из которых повторно используются в производстве.

Для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы процеживания, отстаивания, фильтрования, циклонирования и центрифугирования. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, их физико-химических свойств и концентрации, а также расхода сточных вод и необходимой степени очистки.

*Процеживание* – первичная стадия обработки сточных вод для извлечения из них крупных нерастворимых примесей, а также более мелких волокнистых фракций, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования. Для этого сточные воды пропускают через решетки (сита) и волокноуловители, которые устанавливают перед отстойниками.

Решетки могут быть неподвижными, подвижными, а также совмещенными с дробилками. При эксплуатации решетки должны периодически или непрерывно очищаться.

Для удаления более мелких взвесей, а также ценных продуктов применяют сита, которые могут быть двух типов: барабанные и дисковые. Сито барабанного типа представляет собой сетчатый барабан с отверстиями 0,5-1 мм. При вращении барабана сточная вода фильтруется через его внешнюю или внутреннюю поверхность в зависимости от подвода воды снаружи или внутри. Задерживаемые примеси смываются с сетки водой и отводятся в желоб. Производительность сита зависит от диаметра барабана и его длины, а также от свойств примесей.

Принцип действия волокноуловителей, применяемых для задерживания волокнистых веществ, основан на процеживании сточной воды через конусообразные диски с перфорацией или специальные фильтры.

*Отстаивание* – удаление из сточных вод взвешенных веществ, которые под действием гравитационных сил оседают на дно отстойника, или под воздействием выталкивающих сил всплывают на поверхность очищаемой воды. Очистку сточных вод отстаиванием осуществляют в песколовках, отстойниках, осветлителях и нефтеуловителях.

Для примера на рис. 9 приведена схема горизонтальной песколовки, а на рис. 10 схема простейшего отстойника.

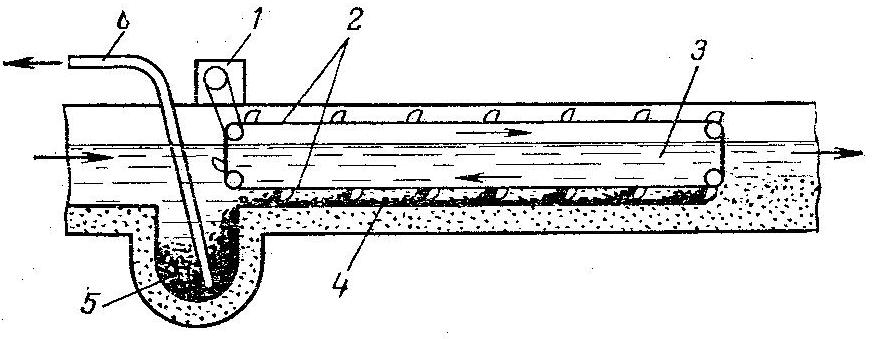


Рис. 9. Схема горизонтальной песколовки с прямолинейным движением воды: 1 – привод скребкового механизма; 2 – скребковый механизм; 3 – сточная вода; 4 – осевший песок; 5 – приемный бункер для песка; 6 – приемник грязевого насоса.

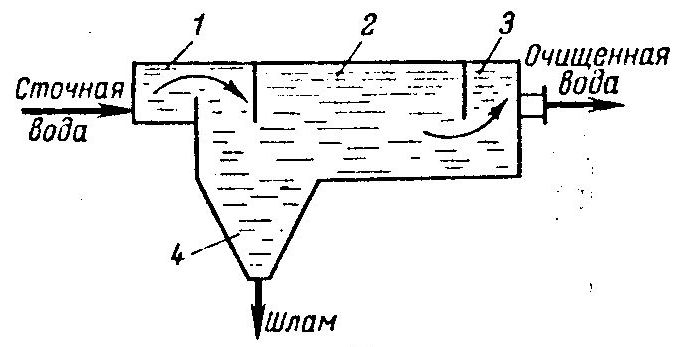


Рис. 10. Отстойник горизонтальный: 1 – входной лоток; 2 – отстойная камера; 3 – выходной лоток; 4 – приямок.

Песколовки, применяемые для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей, в основном песка, устанавливают перед отстойниками, что упрощает эксплуатацию последних, а также сооружений по обработке осадка. Время пребывания сточных вод в песколовке составляет 0,5-2мин. Песколовки, представляющие собой горизонтальные (прямоугольные или круглые в сечении) резервуары из сборного или монолитного железобетона, рассчитываются так, чтобы в них фильтровались только минеральные примеси. Выпавший осадок собирается в приямок и удаляется либо в песочные бункеры, либо на песочные площадки. При надежном обеззараживании обезвоженный песок можно использовать придорожных работах и изготовлении строительных материалов.

Отстойники бывают трех типов: вертикальные, горизонтальные и радиальные В них основная масса взвешенных веществ (40-60%) выпадает в осадок в течение 1,5 часов отстаивания. Вертикальные отстойники применяют при расходах сточных вод до 10 тыс. м³ в сутки, при расходах более 10 тыс. м³ в сутки используют горизонтальные или радиальные отстойники. Эффективность отстойников можно повысить, увеличив скорость осаждения частиц путем их укрупнения коагуляцией и флокуляцией или уменьшив вязкость сточной воды путем ее подогрева.

В осветлителях одновременно с отстаиванием происходит фильтрация сточных вод через слой взвешенных частиц.

Для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, жиры, смолы, парафины при концентрации более 100 мг/ л применяют нефтеловушки. Эти сооружения могут быть горизонтальными, радиальными, многоярусными В них нефть и вода разделяются из-за разности их плотностей. Всплывшая на поверхность нефть собирается и удаляется на утилизацию. Нерастворимая минеральная фракция загрязнений отделяется от воды под действием силы тяжести и собирается в бункере на дне аппарата. Нефтеловушки не задерживают тонкоэмульгированные и растворенные нефтепродукты.

В гидроциклонах и центрифугах идет осаждение нерастворимых частиц загрязнений из сточной воды, которое происходит под действием центробежной силы.

Для создания поля центробежных сил в технике используют два приема. Либо обеспечивают вращательное движение потока жидкости в неподвижном аппарате, либо поток направляют во вращающийся аппарат, где он будет вращаться вместе с аппаратом. В первом случае происходит циклонный процесс, а аппарат называют гидроциклоном, а во втором – отстойное центрифугирование в аппарате, называемом центрифугой.

Гидроцклоны по конструкции и принципу действия аналогичны циклонам для очистки газа. В промышленности наиболее широкое применение получили открытые гидроциклоны и напорные гидроциклоны.

Гидроциклоны – надежные и высокопроизводительные аппараты. Площади и объемы, занимаемые ими, неизмеримо меньше габаритов отстойников той же производительности. Для повышения производительности гидроциклоны малого диаметра объединяют в общий агрегат - мультигидроциклон, в котором они работают параллельно. Недостатком их является большой расход электроэнергии и быстрый износ стенок в связи с высокими абразивными свойствами извлекаемых компонентов.

*Фильтрование -* процесс удаления взвешенных веществ из сточной воды путем пропускания ее через слой пористого материала или через сетки с определенным размером отверстий. С помощью фильтрования очищают сточные воды, содержащие тонкодисперсные твердые примеси в небольшой концентрации. Его также применяют после физико-химических и биологических методов очистки, так как некоторые из них сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнений.

Аппараты, в которых происходит процесс фильтрования сточной воды, называют фильтрами. Фильтры подразделяют на фильтры периодического и фильтры непрерывного действия. Первые имеют один фильтрующий элемент – плоскую перегородку из дробленого материала, а вторые - батарею листовых дисковых и трубчатых фильтрующих элементов, полых внутри.

Фильтрующей загрузкой может служить кварцевый песок, керамзит, керамическая крошка, пористая керамика, дробленый антрацит. Размер зерен фильтрующей загрузки 0,5-2 мм, высота фильтрующего слоя до 2 м.

Элементы батарейных фильтров выполняют либо из фильтрующей ткани, либо из пористой керамики.

Листовой батарейный фильтр с дисковыми фильтрующими элементами представлен на рис. 11.

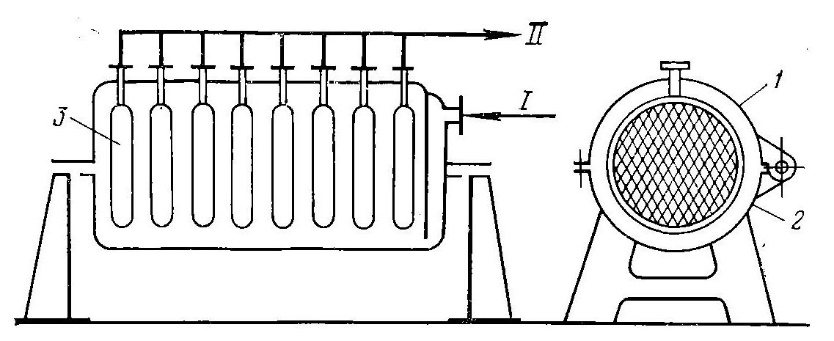


Рис. 11. Листовой батарейный фильтр с дисковыми фильтрующими элементами:1 – верхняя половина корпуса, 2 – нижняя откидная половина корпуса, 3 – дисковые фильтрующие элементы.

Большинство фильтров периодического действия вследствие образования на фильтрующем элементе осадка с большим удельным сопротивлением работают под давлением. Фильтры, работающие под давлением, выполняют в виде цилиндрической емкости со сферической крышкой и днищем. После загрузки в аппарат порции сточной воды над ней создают давление, подавая в аппарат сжатые воздух или инертный газ, и ведут процесс под давлением. По окончании фильтрования аппарат сообщают с атмосферой при помощи крана, крышку снимают и полученный осадок выгружают вручную через специальные люки для выгрузки осадка.

Фильтры очистки сточной воды непрерывного действия работают под разрежением. Среди них наиболее распространены ленточные, барабанные, дисковые и карусельные.

*Физико-химическая очистка сточных вод*

Основными физико-химическими методами очистки сточных вод являются *коагуляция, флотация, мембранная очистка, адсорбция, ионный обмен, экстракция и ряд других.*

Данные методы используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких), растворимых газов, минеральных и органических веществ. Их применяют как самостоятельно, так и в сочетании с механическими и биологическими методами. В последние годы область применения физико-химических методов расширяется, причем они наиболее эффективны при локальной очистке сточных вод промышленных предприятий.

*Коагуляция*  представляет собой самопроизвольный физико-химический процесс разрушения дисперсных систем вследствие их термодинамической неустойчивости. Обусловлена коагуляция агрегативной неустойчивостью дисперсной системы и ее тенденцией к уменьшению свободной энергии.

Процесс коагуляции применяют как один из методов очистки сточных вод от эмульгированных веществ, тонкодисперсных примесей с размером частиц 1- 100 мкм. Эффективность очистки может достигать 90-95%.

Для ускорения процесса коагуляции на дисперсную систему может быть оказано внешнее воздействие: увеличение температуры, механическое, электрическое, химическое и др. В промышленности наиболее распространено химическое воздействие, при котором в очищаемую воду вводят химическое вещество, ускоряющее процесс агрегатирования загрязнений и называемое коагулянтом. Выбор коагулянта зависит от его состава, физико-химических свойств, концентрации примесей в воде, рН очищаемой воды и ее солевого состава.

В качестве коагулянтов используют соли алюминия, железа или их смеси, например, сернокислый глинозем (Al2(SO4)3∙18H2O, алюминат натрия NaAlO2, гидроксохлорид алюминия Al2(OH)5Cl, квасцы алюмокалиевые KAl(SO4)2∙12H2O и аммиачные NH4Al(SO4)2∙12H2O.

Из перечисленных веществ наиболее распространен сульфат алюминия, который эффективен в интервале значений рН = 5…7,5. Он хорошо растворим в воде и имеет относительно низкую стоимость. Его применяют в сухом виде, или в виде 50%-ного раствора. При коагулировании он взаимодействует с гидрокарбонатами, имеющимися в воде

Al2(SO4)3 + 3 Ca(HCO3)2 = 2 Al(OH)3  + 3 CaSO4 + 6 CO2

Алюминат натрия применяют в сухом виде или в виде 45%-ного раствора. Он является щелочным реагентом, при рН=9,3…9,8 образует быстроосаждающиеся хлопья. Для нейтрализации избыточной щелочности можно использовать кислоты или дымовые газы, содержащие СО2

2 NaAlO2 + CO2 + 3 Н2О ↔ Al(OH)3  + Na2CO3

В большинстве случаев используют смесь NaAlO2  и Al2(SO4)3 в соотношении 10:1…20:1

6 NaAlO2  + Al2(SO4)3 +12 Н2О ↔ 8 Al(OH)3  + 3 Na2SO4

Совместное использование этих солей дает возможность повысить эффект осветления воды, увеличить плотность и скорость осаждения хлопьев, расширить оптимальную область рН среды.

Оксихлорид алюминия обладает меньшей кислотностью и поэтому пригоден для очистки слабощелочных вод. Вследствие высокого содержания в нем водорастворимого алюминия ускоряется процесс хлопьеобразования и осаждения коагулированной взвеси, например по реакции

2 Al2(OH)5Cl + Ca(HCO3)2 = 4 Al(OH)3  + CaСl2 + 2 CO2

Из солей железа в качестве коагулянтов используют сульфаты железа Fe2(SO4)3∙2H2O, Fe2(SO4)3∙3H2O и FeSO4∙7H2O, а также FeCl3 - хлорное железо. FeCl3 применяют в сухом виде или в виде 10…15 %-ных растворов. Сульфаты используют в виде порошков. Доза коагулянтов зависит от рН сточных вод. Для Fe3+ pH = 6…9, а для Fe2+ pH = 9,5 и выше. Для подщелачивания сточных вод используют NaOH и Ca(OH)2.

Соли железа как коагулянты имеют ряд преимуществ перед солями алюминия: лучшее действие при низких температурах воды; более широкая область оптимальных значений рН среды; большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев; возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава; способность устранять вредные запахи и привкусы, обусловленные присутствием сероводорода. Однако имеются и недостатки: образование при реакции катионов с некоторыми органическими соединениями сильно окрашенных растворимых комплексов; сильные кислотные свойства, усиливающие коррозию аппаратуры; менее развитая поверхность хлопьев.

При использовании смесей Al2(SO4)3 иFeCl3 в соотношениях от 1:1 до 1:2 достигается лучший результат коагулирования, чем при раздельном использовании реагентов.

Кроме названных коагулянтов для обработки сточных вод могут быть использованы различные глины, алюминийсодержащие отходы производства, травильные растворы, пасты, смеси, шлаки, содержащие диоксид кремния.

*Расчет дозы коагулянта*

Соли, применяемые в качестве коагулянтов природных и сточных вод, при их полном гидролизе реагируют с бикарбонатнымн ионами в эквивалентных количествах. На этом основании дозу коагулянта иногда рассчитывают по величине естественной щелочности воды, что неправильно. Доза коагулянта, в основном, зависит от концентрации коллоидных веществ в воде. Поэтому доза, рассчитанная таким образом, может оказаться либо слишком большой при большой щелочности воды и малом содержания загрязнений, что поведет к непроизводительному расходу коагулянта, либо слишком малой - при малой щелочности воды и высокой концентрация загрязнений.

Оптимальная доза коагулянта рассчитывается в зависимости от мутности или цветности воды.

Для цветных вод , где ДК - доза коагулянта в мг/л безводного сульфата алюминия или хлорида железа и 0Ц - цветность воды в градусах платино-кобальтовой шкалы. Для мутных вод доза тех же коагулянтов определяется по формуле , где М – мутность воды.

К сожалению, в настоящее время еще строго не установлены количественные закономерности, на основе которых расчетным путем можно было бы точно устанавливать оптимальную дозу коагулянта. Поэтому режим коагуляции и дозу коагулянта обычно устанавливают экспериментальным путем на основе пробного коагулирования. При этом учитываются те факторы, которые влияют на процесс коагуляции, а именно, температура и рН раствора, доза коагулянта, интенсивность перемешивании и солевой состав воды.

*Оптимальной дозой коагулянта* называют то его наименьшее весовое количество, при введении которого в воду достигается требуемая степень очистки воды (понижение окисляемости, увеличение прозрачности, уменьшение цветности) и при котором процесс коагуляции протекает наиболее интенсивно, т.е. сопровождается быстрым образованием крупных или средних хорошо осаждающихся хлопьев. Пробное коагулирование природных вод с большой цветностью и щелочностью производят без подщелачивания в градуированных цилиндрах емкостью 0,5-2 л, в которые наливают 0,5-2 л исследуемой воды. К пробам воды добавляют последовательно увеличивающиеся дозы коагулянта. После быстрого (в течение 0,5-1 мин) и тщательного перемешивания стеклянной палочкой воды с коагулянтом наблюдают время образования хлопьев, их внешний вид (крупные, средние, мелкие), время отстаивания основной массы хлопьев, объем выпавшего осадка и внешний вид отстоянной воды (прозрачная - бесцветная, опалесцирующая, мутная - окрашенная). После отстаивания воду отфильтровывают от остающихся в ней хлопьев и в фильтрате определяют рН, окисляемость, цветность и прозрачность воды. В отдельных случаях можно ограничиться визуальным определением цветности и прозрачности воды. По результатам наблюдения устанавливается оптимальная доза коагулянта.

На рис. 12 приведена общая схема установки для очистки воды коагуляцией.

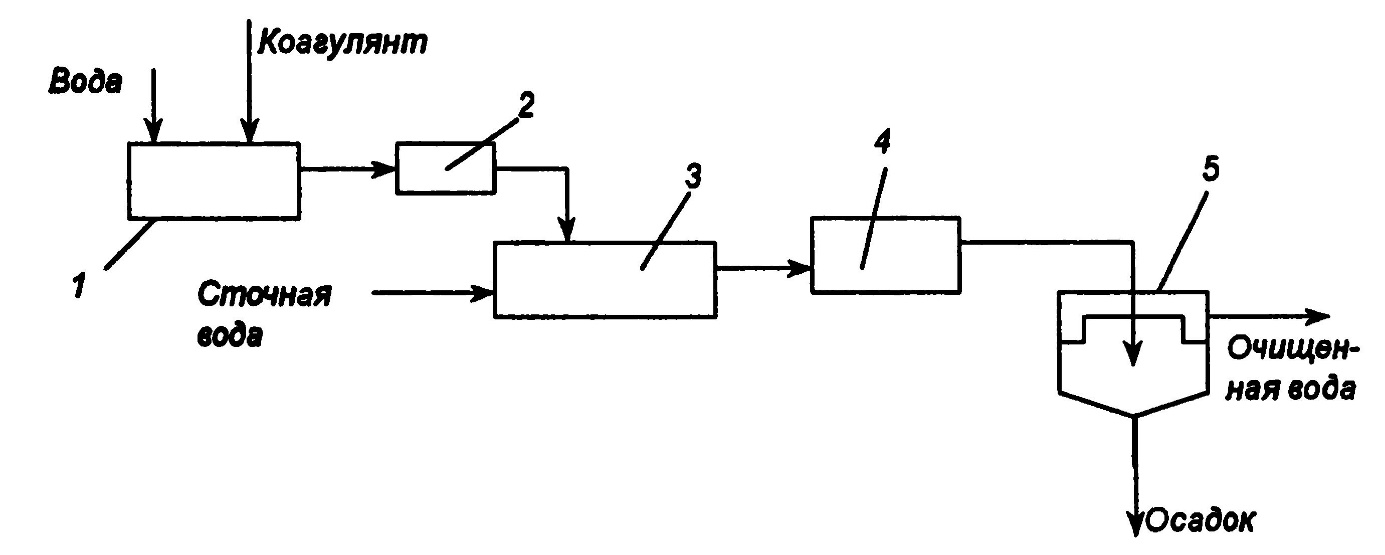


Рис.12. Схема установки для очистки вод коагуляцией: 1 – емкость для приготовления растворов; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – камера хлопьеобразования; 5 - отстойник

Раствор коагулянта подается дозировочным насосом в смеситель 3, где смешивается с очищаемой водой в течение нескольких минут. Затем эта смесь направляется в камеру хлопьеобразования 4, где выдерживается 10 - 30 минут в зависимости от конструкции камеры. После образования хлопьев обработанные стоки поступают на механические очистные сооружения – отстойники или гидроциклоны 5. Расход коагулянта составляет 0,1-5 кг на кубометр сточных вод.

Преимущества, которыми обладает метод очистки сточных вод коагуляцией, следующие: простота оборудования, невысокая стоимость его монтажа, легкость регулирования расхода реагентов, а также легкость остановки и запуска установки коагуляции сточной воды.

К недостаткам следует отнести образование значительных объемов

осадков, имеющих большую влажность и трудно поддающихся обезвоживанию, и большой расход коагулянтов.

Очень перспективным методом очистки сточных вод гальванических и травильных отделений от хрома и других тяжелых металлов, а также от цианидов является *электрокоагуляция*.

Электрокоагуляция – процесс образования нерастворимых гидроксидов в сточных водах при их прокачке через электрокоагулятор (рис. 13).

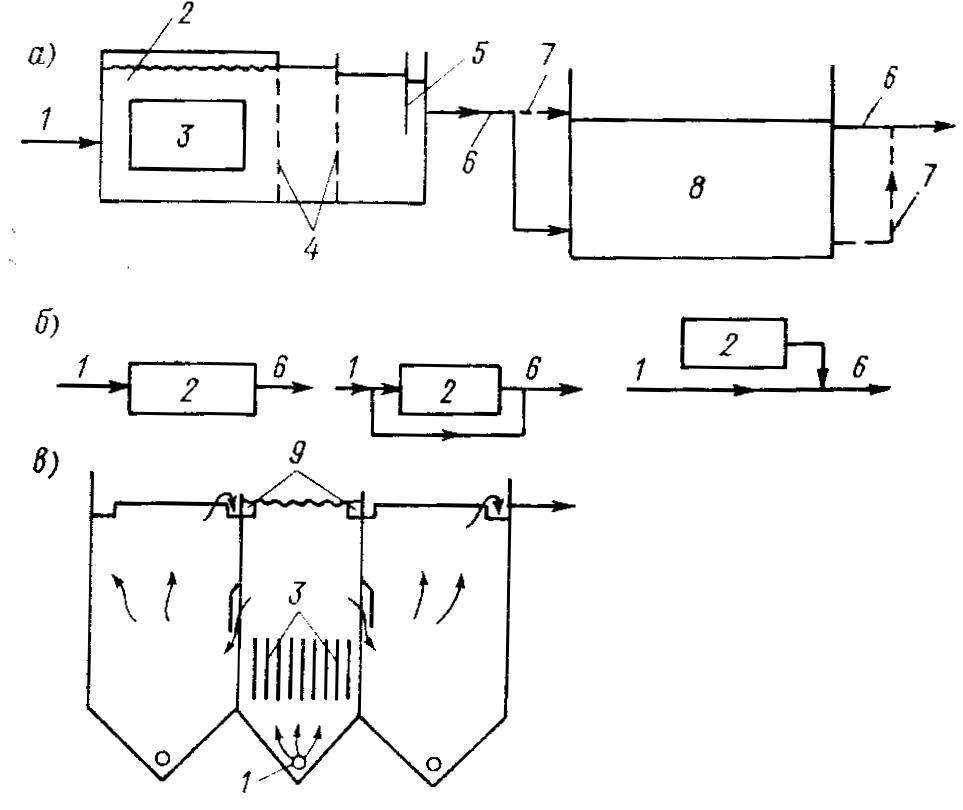


Рис. 13. Принципиальные схемы электрокоагуляционной очистки сточных вод: а – схема расположения сооружения; б – схема ввода реагента в обрабатываемую воду; в – расположение электродов и схема движения воды в осветлителе: 1 – подача воды; 2 – электролизер; 3 – пакет электродов; 4 – дырчатые перегородки, 5 – полупогруженная перегородка; 6, 7 – варианты подачи воды; 8 – фильтр; 9 – лотки для сбора пены.

Установка работает следующим образом. Поступающие на очистку сточные воды подвергаются предварительной очистке от грубых механических примесей в приемных емкостях, откуда сточные воды подаются на усреднитель. Далее сточные воды направляются в электрокоагулятор, оснащенный блоком электродов, изготовляемых, как правило, из стали или сплавов алюминия. На электроды подается постоянный ток. Под влиянием электрического поля, с одной стороны, дисперсные системы сточных вод становятся менее устойчивыми, а с другой, коагулируют с трудно растворимыми гидрооксидами железа или алюминия. Гидрооксиды металлов образуются в результате гидролиза материала электродов. Затем сточная вода поступает в отстойник, где в течение 30-45 минут образуются и выпадают в осадок агрегаты размером до 1000 мкм. Осадок последовательно направляют в илонакопитель, обезвоживающую установку и уплотнитель. Далее его утилизируют или захоранивают.

Несмотря на повышенный расход электроэнергии электрокоагуляционный метод очистки сточных вод позволяет перейти на оборотное водоснабжение, так как в результате действия электрического поля вода практически полностью очищается от бактерий. Это приводит к увеличению сроков службы воды, а также исключает возможность появления у обслуживающего персонала экзем, грибковых и других заболеваний кожи, неизбежно возникающих при обращении с бактериально загрязненной водой.

*Флотация*представляет собой физико-химический процесс разделения дисперсной фазы на составные части вследствие их различной смачиваемости. Наиболее широко этот процесс используют при обогащении твердого сырья и при очистке сточных вод.

Процесс флотации как метод очистки воды заключается в образовании в толще воды газовых пузырьков, чаще воздушных, прилипании несмачиваемых частиц загрязнения к поверхности раздела газовой и жидкой фазы, всплывании этих комплексов на поверхность очищаемой воды и последующем удалении образовавшегося пенного слоя.

Флотацию обычно ведут совместно с коагуляцией взвеси для выделения коллоидных малоконцентрированных примесей. Такое сочетание методов обусловлено тем, что коллоидные вещества, гидратированные взвеси, мелкодисперсные вещества из-за малой плотности, соизмеримой с плотностью воды, осаждаются медленно даже при наличии коагулянтов. Флотация применяется для очистки производственных сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, нефть, нефтепродукты, масла, волокнистые частицы.

Различают следующие методы флотационной обработки сточной воды: перенасыщение сточной воды воздухом, механическую флотацию и электрофлотацию.

Флотацию за счет перенасыщения сточной воды воздухом подразделяют на вакуумную и напорную. При вакуумной флотации сточную воду предварительно насыщают воздухом при атмосферном давлении в аэрационной камере, а затем направляют во флотационную камеру, где вакуум-насосом поддерживается некоторое разрежение. Выделяющиеся в верхнюю часть камеры пузырьки воздуха выносят загрязнения на поверхность воды.

На рис. 14 в качестве примера приведена схема флотационной установки.

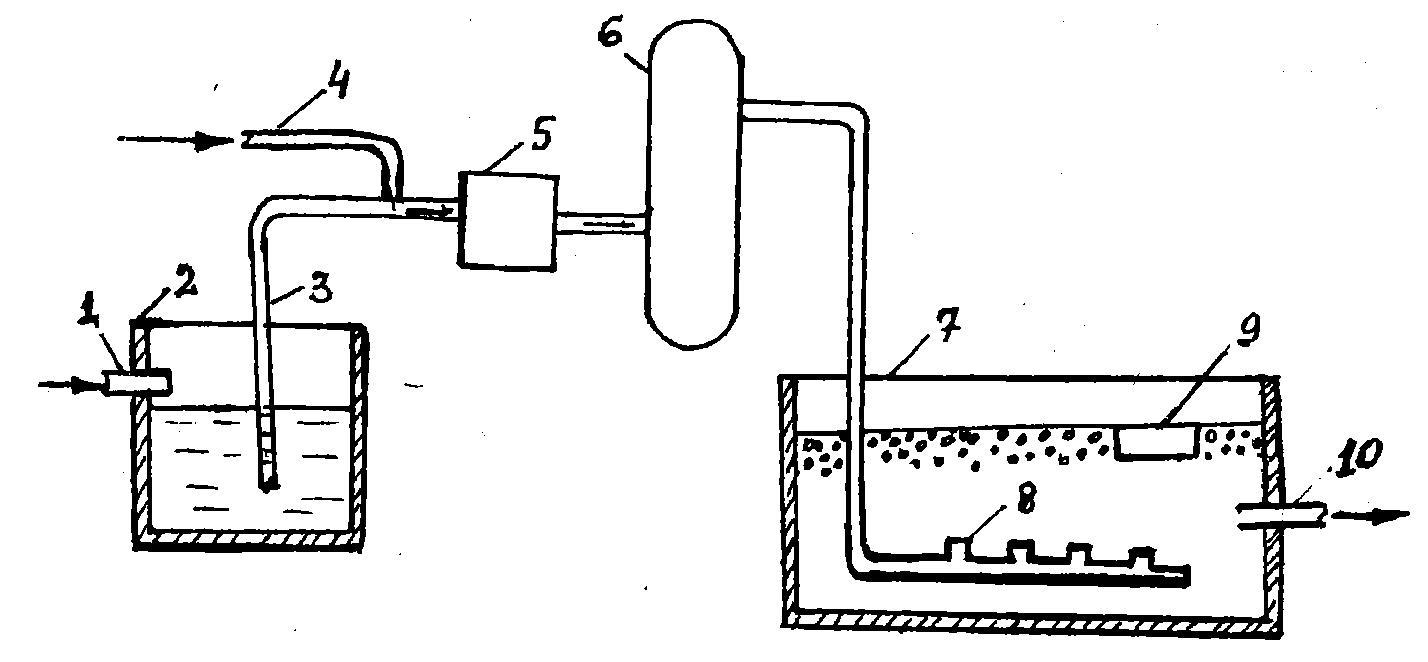


Рис. 14. Схема напорной флотационной установки: 1- подача сточной воды; 2 – приемный резервуар; 3 – всасывающая труба; 4 – подача воздуха; 5 – насос; 6 – сатуратор; 7 – флотационная камера; 8 – сопло; 9 – пеносборник; 10 – отвод обработанной сточной воды

Напорная флотация протекает в две стадии: насыщение сточной воды воздухом под избыточным давлением и последующее резкое снижение давления до атмосферного. Смесь очищаемой воды и сжатого воздуха компрессором 3 подается в сатуратор 4, где за несколько минут происходит насыщение воды воздухом и отделение нерастворившегося воздуха. Насыщенная вода, становясь пересыщенной после снижения давления, поступает во флотатор 5. Там на ее поверхности в течение 10-20 минут формируется слой пены со взвесью загрязнения. Всплывающая масса непрерывно удаляется механизмом для сгребания пены в пеносборник.

Объем подаваемого воздуха составляет 1,5-5% объема очищаемой воды. В ряде случаев сточную воду насыщают кислородом или озоном.

Для механической флотации используют импеллеры (турбины насосного типа), форсунки и пористые пластины.

Суть метода электрофлотации состоит в том, что в процессе электролиза воды выделяющиеся пузырьки водорода и кислорода сталкиваются со взвешенными частицами, прилипают к ним и поднимают их на поверхность жидкости. Основную роль в процессе флотации частиц выполняют, как правило, пузырьки водорода. Во избежание перемешивания газов и образования гремучей смеси (2/3 водорода и 1/3 кислорода) электрофлотацию предпочтительно проводить с использованием диафрагмы.

Достоинством флотации являются непрерывность протекания процесса; широкая область использования; небольшие капитальные и эксплуатационные затраты; селективность выделения примесей; по сравнению с методом отстаивания более высокая скорость процесса, а также возможность получения шлама более низкой влажности (90 – 95 %); высокая степень очистки (95 – 98 %); возможность рекуперации удаляемых веществ. Флотация сопровождается аэрацией сточных вод, снижением концентрации ПАВ и легкоокисляемых веществ, бактерий и микроорганизмов. Все это способствует успешному проведению последующих стадий очистки сточных вод.

*Адсорбция.* Блок адсорбционной очистки сточной воды, как правило, включают в общую систему очистки на заключительной стадии обезвреживания воды, когда из нее отстаиванием, фильтрацией, коагуляцией уже удалена основная масса взвешенных частиц, эмульгированных смол и масел.

Адсорбционная очистка эффективна во всем диапазоне концентраций примеси в воде, однако более всего ее преимущества сказываются на фоне других методов очистки при низких концентрациях загрязнений.

Наиболее распространенным адсорбентом для очистки воды являются активные угли. С их помощью возможно практически полное удаление из растворов почти всех органических соединений, а при определенных условиях и эффективная очистка воды от некоторых токсических ионов неорганических веществ.

Адсорбционную очистку воды можно проводить порошкообразными или зерненными адсорбентами в периодическом или непрерывном процессе с достаточно высокой эффективностью 95-98%. Наиболее эффективна очистка воды порошкообразными адсорбентами, однако при использовании порошкообразного угля трудно осуществить его регенерацию, что приводит к значительному расходу адсорбента и является основным недостатком этого варианта.

В настоящее время все шире проектируют и строят очистные станции, работающие на гранулированных сорбентах, а порошки применяют малыми дозами для предварительной очистки от основного количества примесей.

Очистка воды гранулированными адсорбентами также может происходить в непрерывном или периодическом режиме.

При периодическом процессе адсорбер, заполненный неподвижным слоем поглотителя, регулярно отключается от потока очищаемой воды после полного использования емкости сорбента, разгружается и вновь заполняется свежим или регенерированным сорбентом для нового цикла.

На рис. 15, в качестве примера, приведен многоярусный адсорбер с взвешенным слоем активного угля.

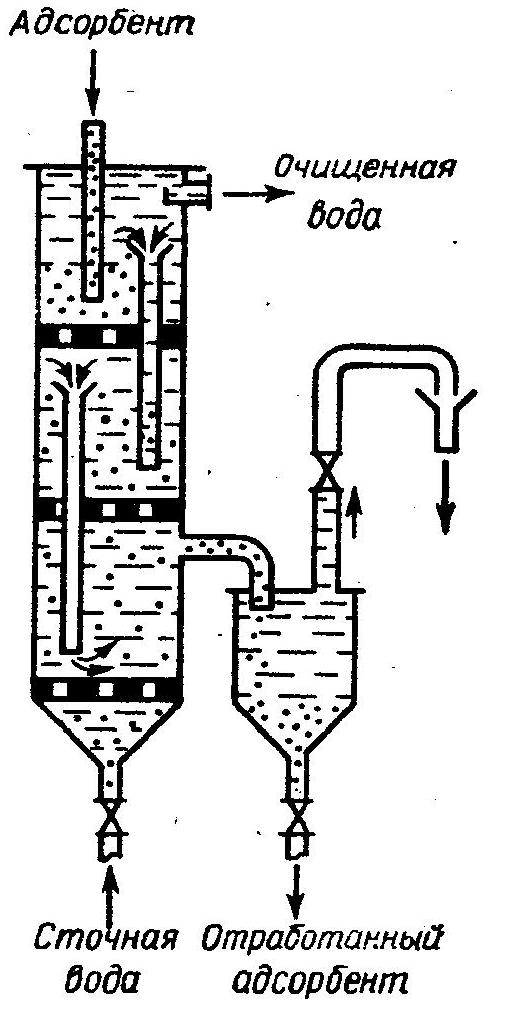


Рис. 15. Многоярусный адсорбер с взвешенным слоем активного угля

Непрерывный процесс адсорбции проводят в схемах со взвешенным слоем адсорбента и разнонаправленными движущимися потоками адсорбента и исходного раствора с регенерацией поглотителя как в том же самом, так и в отдельном аппарате.

Адсорбент подают вместе со струей воды, поступающей на очистку по центральной трубе через диффузор. После прохождения распределительной решетки, вода вступает в контакт со взвешенным слоем угля. Очищенную воду отводят из верхней части установки через дырчатую затопленную кольцевую трубу.

Недостаток адсорберов с неподвижным слоем – их невысокая производительность, так как скорость потока воды должна поддерживаться на уровне 2-6 м/ч. Адсорберы непрерывного действия имеют производительность на порядок больше. Кроме этого, эти адсорберы позволяют подавать на очистку воду со значительным содержанием взвешенных частиц. Недостатком схемы со взвешенным слоем поглотителя является быстрый износ стенок аппаратуры и частичек адсорбента.

Важнейшей стадией адсорбционной очистки воды является регенерация поглотителя. Адсорбированные вещества извлекают из адсорбента методом десорбции с использованием насыщенного или перегретого водяного пара или нагретого инертного газа и избыточного давления. Температура перегретого пара при этом равна 200…3000С, а инертных газов 120…1400С. После десорбции пары конденсируют и вещество извлекают из конденсата.

Для регенерации углеродных адсорбентов может быть использована экстракция (жидкофазная десорбция) органическими низкокипящими и легко перегоняющимися с водяным паром растворителями (метанолом, бензолом, толуолом, дихлорэтаном и др.). После экстракции растворители вымывают горячей водой или растворами кислот и оснований.

В некоторых случаях перед регенерацией адсорбированное вещество путем химического превращения переводят в другое вещество, которое легче извлекается из адсорбента.

*Ионный обмен* – это обмен ионами между раствором и твердым веществом, называемым ионитом. Этот процесс позволяет извлекать и утилизировать из сточных вод ценные примеси, такие как соединения мышьяка, фосфора, хром, цинк, свинец, мель, ртуть, а также радиоактивные вещества при высокой степени очистки воды. Ионный обмен широко распространен при обессоливании в процессе водоподготовки.

В качестве ионитов используют синтетические ионообменные смолы, представляющие собой синтетические полимеры с сетчатой структурой. Они характеризуются высокой поглотительной способностью, механической прочностью, химической устойчивостью и большой гидрофильностью. По знаку подвижного иона различают катиониты, аниониты и полиамфолиты. Последние способны осуществлять как катионный обмен, так и анионный обмен.

Иониты могут быть природного и искусственного происхождения и органического и неорганического составов.

К неорганическим природным ионитам относятся цеолиты, глинистые материалы, полевые шпаты, различные слюды и др. Катионообменные свойства их обусловлены содержанием алюмосиликатов типа Na2O∙Al2O3∙nSiO2∙mH2O. К неорганическим синтетическим ионитам относятся силикагели, пермутиты, трудно растворимые оксиды и гидроксиды некоторых металлов (алюминия, хрома, циркония и др.).

Органические природные иониты – это гуминовые кислоты почв и сульфоугли. Однако они имеют малую химическую стойкость и низкую механическую прочность зерен при небольшой обменной емкости, особенно в нейтральных средах.

Наиболее широкое применение в процессах очистки сточной воды приобрели органические искусственные - ионообменные смолы с развитой поверхностью. Синтетические ионообменные смолы представляют собой высокомолекулярные соединения, углеводородные радикалы которых образуют пространственную сетку с фиксированными на ней ионообменными функциональными группами.

Иониты при контакте с водой не растворяются, но поглощают некоторое количество воды и набухают, являясь гелями с ограниченной набухаемостью. Набухание влияет на скорость и полноту обмена иона, а также на селективность ионита.

После истощения емкости поглощения катионитовые фильтры регенерируют кислотой, а анионитовые раствором щелочи.

В процессе ионообменной очистки сточная вода может быть очищена до предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и использоваться в технологических процессах или системах оборотного водоснабжения.

Ионообменные установки могут быть периодического или непрерывного действия. В аппарате периодического действия с неподвижным слоем смолы высотой до 2,5м попеременно осуществляются все стадии процесса: сорбция, регенерация и промывка от реагента (рис. 16).

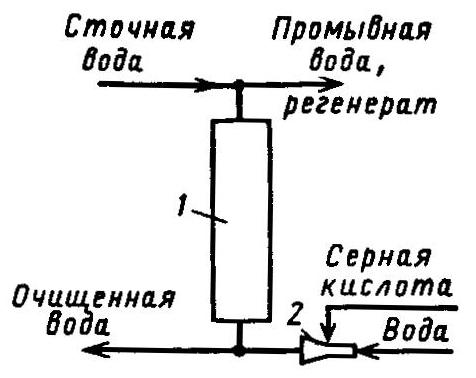


Рис. 16. Схема ионообменной установки периодического действия с приточной циркуляцией: 1 – катионитовый фильтр; 2 - эжектор

В аппаратах непрерывного действия смола движется по замкнутому контуру, последовательно проходя перечисленные стадии.

*Экстракция* это физико-химический процесс, заключающийся в извлечении одного или нескольких растворенных веществ из одной жидкой фазы другой жидкой фазой, практически не смешивающейся с первой.

С помощью жидкостной экстракции очищают сточные воды от фенолов, масел, жирных кислот и др. Целесообразность использования экстракции для очистки сточных вод определяется концентрацией органических примесей в них. В общем случае экстракция предпочтительнее адсорбции при концентрациях примесей выше 3-4 г/л.

Суть метода заключается в том, что растворен­ное в очищаемой воде вещество при диспергировании в ней не смешивающейся с водой органической фазы, называемой экстрагентом, будет перераспределяться между ними в соответствии с его растворимостью. На практике экстрагент подбирают таким образом, чтобы после достижения равновесного состояния концентрация в нем извлекаемого вещества во много раз превышала концентрацию извлекаемого вещества в воде.

По достижении равновесного состояния образуются две жидкие фазы: экстракт, который содержит извлекаемое вещество и экстрагент, и рафинат, который содержит очищенную воду и следы экстрагента. В последующем эти фазы разделяют на индивидуальное вещество, экстракт и очищенную воду.

Для обеспечения высокой эффективности процесса очистки воды методом экстракции экстрагент должен обладать рядом определенных свойств: легко отгоня­ться как от извлеченного вещества, так и от воды, иметь низкую коррозионную активность, низкую горючесть, быть нетоксичным.

Экстракционная очистка сточной воды может осуществляться по непрерывной или периодической схеме. На рис. 17 представлена схема непрерывной противоточной экстракционной очистки воды. При этом процесс очистки состоит из трех стадий:

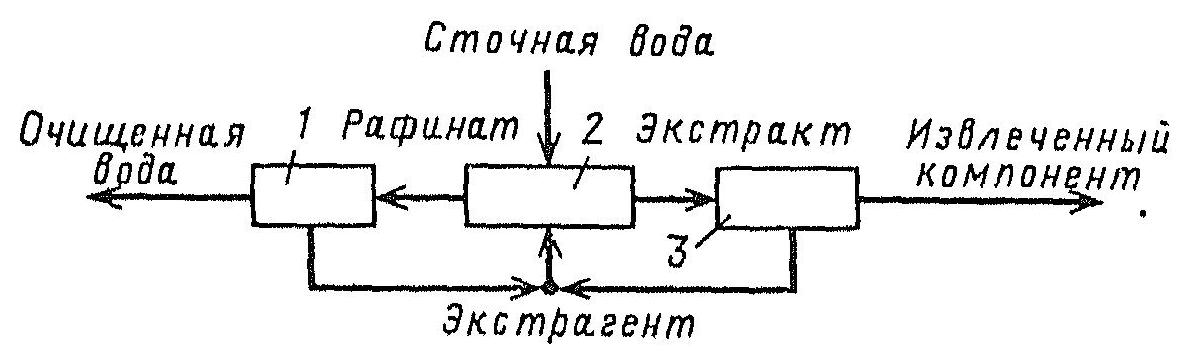


Рис. 17 Схема непрерывной противоточной экстракции: 1 – система для удаления экстрагента из рафината; 2 – экстракционная колонна; 3 – система для удаления экстрагента из экстракта

Первая – интенсивное смешивание сточной воды с экстрагентом - органическим растворителем, плотность которого меньше плотности воды, с образованием экстракта и рафината. Вторая стадия – разделение экстракта и рафината. Третья - регенерация экстрагента из экстракта и рафината, чаще всего осуществляется отгонкой.

Экстракционные колонны или экстракторы могут быть самого различного типа - смесительно-отстойные, колонные и центробежные.

Эффективность экстракционных методов очистки сточных вод достигает 0,8-0,95%.

*Мембранная очистка.*К основным мембранным методам разделения жидких систем относятся обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ. Преимущества этих методов заключаются в возможности ведения процесса при нормальной температуре, кроме процесса испарения через мембрану, без фазовый превращений и при меньших энергетических затратах, чем в других методах очистки, простоте оформления аппаратуры, высокой степени разделения, позволяющей увеличить выход готового продукта.

Процессы обратного осмоса, ультра- и микрофильтрации ведут под избыточным давлением. При этом молекулы или ионы растворенных веществ переносятся через полупроницаемую перегородку (мембрану) под давлением, превышающим осмотическое. Под осмосом понимают самопроизвольный перенос растворителя через мембрану в результате молекулярной диффузии.

Движущей силой процессов ультрафильтрации и обратного осмоса является разность рабочего и осмотического давлений разделяемого раствора у поверхности мембраны

*Обратный осмос (гиперфильтрация).*Это процесс разделения водных растворов путем их фильтрования под давлением выше осмотического (6…8 МПа) через полупроницаемую мембрану.

Мембраны пропускают молекулы растворителя, задерживая молекулы растворенного вещества. При обратном осмосе разделяют растворы низкомолекулярных веществ с высоким осмотическим давлением (с размерами молекул и гидратированных ионов 0, 0001-0, 001 мкм). .

Обратный осмос широко используется для обессоливания воды в системах водоподготовки ТЭЦ и предприятий различных отраслей промышленности.

*Ультрафильтрация* отличается от обратного осмоса тем, что в этом случае разделяются низкоосмотические растворы с большой молекулярной массой (больше 500) и размерами частиц 0,001-0,02 мкм . Осмотическое давление высокомолекулярных соединений мало и поэтому ультрафильтрацию можно проводить при невысоком давлении 0,2-1 МПа.

*Диализ и электродиализ* используют при деминерализации сточных вод и разных смесей. Диализ - процесс разделения веществ в результате их неодинаковой диффузии через мембрану. По существу, диализ является разновидностью ультрафильтрации. При электродиализе происходит разделение раствора ионизированных веществ под действием электродвижущей силы, создаваемой в растворе по обе стороны мембран.

Более широкое применение при обработке воды и растворов находит в последние годы электродиализ. Электродиализные аппараты с биполярными и ионообменными мембранами применяют для выделения отдельных компонентов из сточных вод, регенерации и вторичного использования фтористоводородной и азотной кислот, щелочей из травильных растворов и из жидкостей после скрубберов для очистки газов, сульфата натрия, серной кислоты и т. д.

Для очистки сточных вод применяют мембранную установку, включающую наряду с мембраной и фильтр-держателем, образующими мембранный модуль, емкости, насосы, контрольно-измерительную аппаратуру и системы очистки мембран.

Процессы очистки воды на основе мембранных методов имеют высокую эффективность. Их недостатками являются сложность конструкции аппаратов с плоскими мембранами, малая удельная поверхность трубчатых аппаратов, малая интенсивность перемешивания раствора в случае полых волокон. Основным недостатком электродиализа является концентрационная поляризация, приводящая к осаждению солей на поверхности мембран и снижению показателей очистки.

*Химическая очистка производственных сточных вод*

Эти методы применяют в тех случаях, когда обеззараживание стоков возможно лишь в результате химических реакций стоков с реагентами и образованием новых веществ, которые легче удалить из сточных вод. В результате протекания реакций нейтрализации, окисления и восстановления появляются менее токсичные вещества и соединения. Растворимые соединения превращаются в нерастворимые. Кислые и щелочные стоки нейтрализуются. Применение методов химической очистки требует больших расходов реагентов, а образующиеся в результате реакций новые вещества загрязняют воду, и требуют дополнительной очистки другими способами.

Химические методы применяют для удаления растворимых веществ в замкнутых системах водоснабжения, а иногда и для дополнительной очистки сточных вод до или после биологической очистки. С помощью химической очистки наиболее часто удаляют ионы тяжелых металлов.

***Нейтрализация*** применяется во многих отраслях промышленности для обработки производственных сточных вод, содержащих щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод могут содержаться соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять для предупреждения коррозии материалов водоотводящих сетей и очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах.

Реакция нейтрализации – это химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты и основания, которая приводит к потере этих свойств. В общем виде Н+ + ОН- = Н2О.

При спуске производственных сточных вод в водоем или в городскую канализационную сеть практически нейтральными следует считать смеси с рН = 6,5. . .8,5.

На практике применяют следующие способы нейтрализации: нейтрализация реагентами; взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; фильтрование через нейтрализующие материалы, нейтрализация щелочных вод дымовыми газами.

Если на промышленных предприятиях имеются только кислые или щелочные сточные воды применяют реагентный метод.

*Выбор реагента для* *нейтрализации кислых сточных* вод зависит от вида кислот и их концентрации, а также от растворимости солей, образующихся в результате химической реакции. Для нейтрализации минеральных кислот применяют любой щелочной реагент, но чаще всего гашеную и негашеную известь, а также карбонаты кальция или магния в виде суспензии. Эти реагенты сравнительно дешевы и общедоступны, но имеют ряд недостатков: затруднительно регулирование дозы реагента по рН нейтрализованной воды, сложное реагентное хозяйство.

Для нейтрализации щелочных стоков используют кислые агенты, например, растворы кислот или дымовые газы кислого характера. Применение отходящих дымовых газов, содержащих СО2, SO2, NO2 и др., позволяет одновременно нейтрализовать сточные воды и очищать выбросы от вредных компонентов.

Поскольку в кислых и щелочных производственных сточных водах практически всегда присутствуют ионы металлов, то дозу реагента следует определять с учетом выделения в осадок солей тяжелых металлов.

*Окисление* как метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка, растворимые соединения мышьяка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды).

Очистка окислителями связана с большим расходом реагентов, поэтому ее применяют только тогда, когда загрязняющие вещества, например, цианиды, растворимые соединения мышьяка и др., нецелесообразно или нельзя извлекать другими способами.

В качестве окислителей используют сжиженный и газообразный хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. Иногда применяют пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат калия, которые могут быть использованы для окисления фенолов, крезолов, цианидсодержащих примесей и т.д.

*Окисление активным хлором* один из самых распространенных методов очистки сточных вод от цианидов, сероводорода, гидросульфидов, сульфидов, метилмеркаптана и др.

При введении в воду хлор гидролизуется, образуя хлорноватистую и соляную кислоту

Cl2 + H2O ⇔ HOCl + HCl

В сильнокислой среде равновесие сдвинуто влево и в воде присутствует молекулярный хлор, при значениях рН > 4 Cl2 отсутствует.

Установка хлорирования воды состоит из двух ступеней (рис.18).

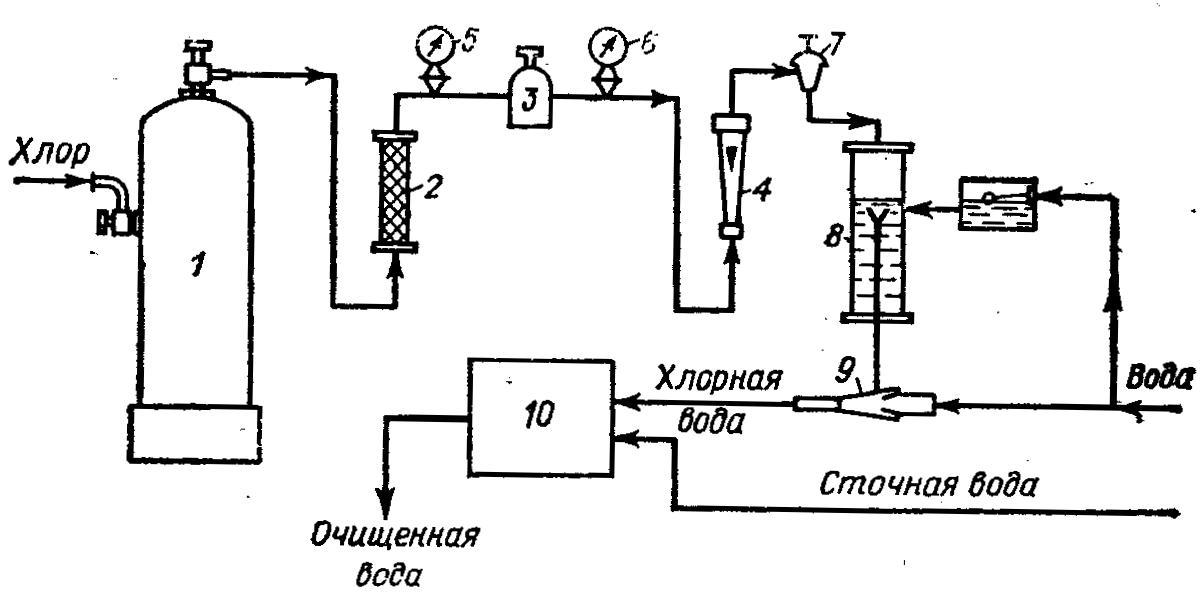


Рис. 18. Схема установки для очистки сточных вод активным хлором: 1 – баллон с хлором; 2 – фильтр; 3 – редуктор; 4 – ротаметр; 5,6 – манометр; 7 – предохранительный клапан; 8 - смеситель; 9 – эжектор; 10 – контактный аппарат.

На первой ступени происходит образование хлорной воды в смесителе 2, а на второй – непосредственно хлорирование сточной воды в контактном аппарате 4 с образованием менее токсичных нерастворимых соединений, которые удаляются из аппарата в виде осадка.

*Окисление кислородом* воздуха наиболее часто используют для очистки воды от двухвалентного железа путем аэрирования воздуха через сточную воду. В результате происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентное с образованием нерастворимого в воде гидроксида железа трехвалентного. Гидроксид железа отстаивают в контактном резервуаре, а затем отфильтровывают.

Возможно окисление кислородом воздуха содержащейся в сточной воде гидросульфидной и сульфидной серы при повышенных температуре и давлении до иона SO42-.

*Метод озонирования* основан на высокой окислительной способности озона, который при нормальной температуре разрушает многие органические компоненты сточных вод. В процессе озонирования воды одновременно возможны обесцвечивание, дезодорация, обеззараживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Озонирование используют, как правило, для очистки сточных вод от ароматических соединений и нефтепродуктов.

Наиболее экономичным методом получения значительных количеств озона является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5 – 25 кВ) в генераторе озона, называемом озонатором.

На рис. 19 представлена схема очистки сточной воды озонированием.

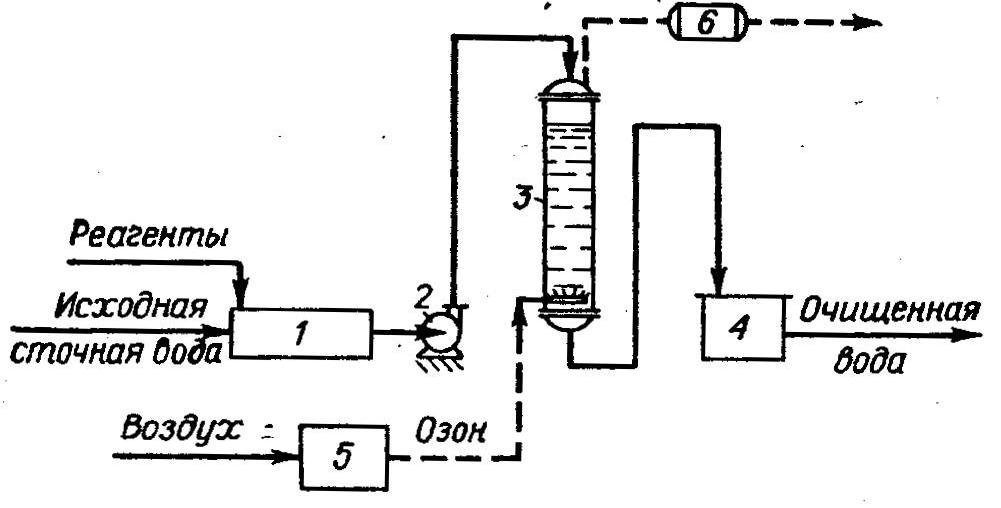


Рис. 19. Схема установки для очистки сточных вод методом озонирования: 1 – смеситель; 2 – насос; 3 – барботажная колонна; 4 – сборник; 5 – озонатор; 6 – аппарат для очистки отходящих газов

Данная схема позволяет проводить наряду с озонированием воды ее реагентную очистку как один из предварительных этапов обработки.

Кроме барботажных колонн, как показано на схеме, с высокой степенью эффективности могут быть использованы инжекторые и роторные аппараты, напорные трубопроводы и змеевики.

Длительность процесса очистки сточных вод значительно сокращается при совместном использовании ультразвука и озона или ультрафиолетового облучения и озона.

Очистку сточных вод *методом восстановления* используют тогда, когда сточные воды содержат легко восстанавливаемые вещества. Эти методы широко употребимы для удаления из сточных вод соединений ртути, хрома, мышьяка. Так, для восстановления ртути и ее соединений предложено применять сульфид железа, боргидрид и гидросульфит натрия, гидразин, железный порошок, алюминиевую пудру и др.

*Электрохимические процессы в очистке сточных вод*

Электрохимические методы позволяют извлекать из сточных вод ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки без использования реагентов. Основным недостатком этих методов является большой расход электроэнергии. Очистку сточных вод электрохимическими методами можно проводить периодически или непрерывно. В процессах электрохимического окисления вещества, находящиеся в сточных водах, полностью распадаются с образованием углекислого газа, аммиака и воды или переходят в более простые и нетоксичные вещества, которые можно удалять другими методами.

Электрохимическая очистка сточных вод основана на использовании электрической энергии при осуществлении процессов электролиза водных растворов электролитов. Сущность электролиза заключается в проведении химических превращений за счет электрической энергии.

Электрохимические процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока

Ионы в растворе передвигаются в двух противоположных направлениях: положительные ионы (катионы) двигаются к катоду, отрицательные (анионы) – к аноду. Достигая катода, катионы получают от него недостающие им электроны и становятся нейтральными атомами или группой атомов (молекулами). Одновременно с этим анионы отдают аноду свои «лишние» электроны, также переходя в нейтральные атомы или молекулы. При этом число электронов, получаемых анодом равно числу электронов, передаваемых за тот же период времени катодом.

При электролизе протекают окислительно-восстановительные процессы: на аноде – окисление, на катоде – восстановление.

Основными процессами при электролизе водных растворов являются на катоде – выделение водорода, разряд металлических ионов с электрохимическим выделением металлов или восстановление вещества без выделения самостоятельной фазы; на аноде – выделение кислорода, галогенов, окисление вещества без выделения самостоятельной фазы или электролитическое растворение металла электрода.

Окислительно-восстановительные электролитические процессы используют для очистки сточных вод от растворенных примесей - цианидов, роданидов, аминов, спиртов, альдегидов, нитросоединений, азокрасителей, сульфидов, меркаптанов и др. Процессы анодного окисления также используют для удаления из сточных вод различных красителей и нефтяных загрязнений.

Катодное восстановление применяют для удаления из сточных вод ионов металлов с получением осадков, для перевода загрязняющего компонента в менее токсичные соединения или в легко выводимую из воды форму (осадок, газ). Катодное восстановление целесообразно использовать для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов Pb2+, Sn2+,Hg2+, Cu2+, As3+, Cr6+. При этом процесс идет по схеме: Меn+ + ne → Ме. Металлы осаждаются на катоде и могут быть рекуперированы.

В качестве анодов используют различные электролитически нерастворимые материалы: графит, магнетит, диоксиды свинца, марганца, рутения, которые наносят на титановую основу.

Катоды изготовляют из молибдена, сплава вольфрама с железом или никелем, из графита, нержавеющей стали и других металлов, покрытых молибденом, вольфрамом или их сплавами. Кроме основных процессов электроокисления и электровосстановления, одновременно могут протекать электрофлотация, электрофорез и электрокоагуляция.

*Дегазация*

Присутствие в сточных водах растворенных газов затрудняет очистку и использование сточных вод, усиливает коррозию трубопроводов и аппаратуры, придает воде неприятный запах. Для удаления растворенных газов используют процесс дегазации, осуществляемый химическими, физическими, физико-химическими методами.

Методы химического удаления газов из воды состоят в том, что к воде добавляют вещества, количественно реагирующие с газообразными загрязнениями.

Химические способы дегазации требуют строгого контроля за количеством добавляемого к воде реагента, так как всякий избыток дегазатора ухудшает свойства воды. Поэтому физические и физико-химические методы дегазации практически проще и меньше загрязняют воду новыми продуктами реакции.

К физико-химическим методам относится мутационное фильтрование. Сущность метода состоит в том, что вода фильтруется через слой вещества, способного химически реагировать с находящимися в воде загрязнениями, причем продукты реакции выносятся вместе с водой.

Физические методы основаны на законе Генри-Дальтона, в соответствии с которым растворимость газов уменьшается с понижением их парциального давления над раствором или с ростом температуры. Исходя из этого, воду дегазируют дождеванием, фонтанированием, разбрызгиванием в вакууме или барботажем воздуха через слой воды. При пропускании воздуха или другого инертного малорастворимого в воде газа (азот, диоксид углерода, топочные дымовые газы и др.) через сточную воду летучий загрязняющий компонент диффундирует в газовую фазу. Десорбция обусловлена более высоким парциальным давлением газа над раствором, чем в окружающем воздухе.

*Термоокислительные методы*

При очистке промышленных сточных вод, содержащих главным образом высокотоксичные органические компоненты, обезвреживание которых другими методами невозможно или экономически неоправданно, прибегают к термоокислительному (огневому) методу. Сущность этого метода заключается в том, что сточная вода, вводимая в распыленном состоянии в высокотемпературные (900 – 1000 0С) продукты горения топлива, испаряется, а органические компоненты сгорают, образуя продукты полного окисления. При этом минеральные примеси переходят в расплавленные или твердые частицы, которые либо уносятся дымовыми газами, либо выводятся из камеры сгорания. Обычно для обезвреживания сточных вод методом сжигания применяют специальные камеры или различного рода печи –шахтные, циклонные или с кипящим слоем. Высокий расход топлива ограничивает применение огневого метода и делает его использование целесообразным лишь в отдельных случаях, например, для относительно небольших объемов сточных вод, содержащих высокотоксичные и трудноразрушаемые органические компоненты.

Разновидностью термоокислительных методов обезвреживания сточных вод является метод жидкофазного окисления, называемый иногда методом Циммермана, или методом мокрого сжигания. Сущность этого метода состоит в окислении органических компонентов сточных вод кислородом воздуха при относительно невысоких температурах (до 350 0С) и давлениях, обеспечивающих нахождение воды в жидкой фазе. В зависимости от температуры и времени контакта окисление органических примесей сточных вод происходит полностью или частично. Преимуществом метода при отсутствии необходимости полного испарения воды являются значительно меньшие затраты тепла.

*Биологические методы очистки сточных вод*

Эти методы применяют для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих растворенных органических и некоторых неорганических веществ.

В основе механизма процесса биохимической очистки лежит способность микроорганизмов использовать загрязняющие вещества для питания в процессе жизнедеятельности – органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода.

Биохимическая очистка сточных вод может протекать в аэробных (в присутствии кислорода) и анаэробных условиях.

Очистка в аэробных условиях происходит в присутствии растворенного в воде кислорода, представляя собой модификацию протекающего в природе естественного процесса самоочищения водоемов.

Очистка в анаэробных условиях происходит под действием анаэробных микроорганизмов, в результате количество органических загрязнителей, содержащихся в сточной воде, уменьшается благодаря превращению их в газы (метан, диоксид углерода) и растворенные соли, а также росту биомассы анаэробных растений.

Анаэробный метод используют в основном для сбраживания избыточного активного ила, образующегося при аэробной очистке.

Биологическая очистка сточных вод может осуществляться в естественных или искусственных условиях.

В естественных условиях используют специально подготовленные участки земли (поля орошения и фильтрации) или биологические пруды. Они представляют собой земляные резервуары глубиной 0,5-1 м, в которых происходит биохимическое окисление.

Поля орошения – специально подготовленные земельные участки, используемые одновременно для очистки сточных вод и агрокультурных целей, то есть для выращивания зерновых и силосных культур, трав, овощей, а также для посадки кустарников и деревьев. Поля фильтрации предназначены только для биологической очистки сточных вод.

Биологические пруды предназначены для биологической очистки и для доочистки сточных вод в комплексе с другими очистными сооружениями. Их выполняют в виде каскада прудов, состоящих из 3-5 ступеней.

Поля орошения и биопруды располагают на местности, имеющей уклон ступенями для того, чтобы вода самотеком переливалась с одного участка на другой. Очистка от загрязнений происходит в процессе фильтрации вод через почву, в которой задерживаются взвешенные и коллоидные частицы. На их поверхности размножаются микроорганизмы, образуя в порах грунта микробиальную пленку. Наиболее сильное окисление происходит в верхних слоях почвы, то есть на глубине 0,2-0,4 м.

Процесс очистки сточных вод реализуется по следующей схеме: бактерии используют для окисления загрязнений кислород, выделяемый водорослями в процессе фотосинтеза, а также кислород из воздуха. Водоросли, в свою очередь, потребляют двуокись углерода, фосфаты и аммонийный азот, выделяемый микроорганизмами при биохимическом разложении органических веществ. Поэтому для нормальной работы прудов необходимо соблюдать оптимальные значения рН и температуру сточной воды. Температура должна быть не менее 6˚С, поэтому в зимнее время пруды не эксплуатируются.

Для биоочистки промышленных сточных вод в искусственных условиях наиболее распространены процессы с использованием активного ила. Активный ил представляет собой не задержанные на предыдущих стадиях очистки взвешенные частицы и коллоидные системы с размножающимися на них микроорганизмами.

Сооружения для искусственной биологической очистки по признаку расположения в них активной биомассы можно разделить на две группы:

- сооружения, в которых активная биомасса находится в обрабатываемой сточной воде во взвешенном состоянии - аэротенки;

- сооружения, в которых активная биомасса закрепляется на неподвижном материале, а сточная вода обтекает его тонким пленочным слоем (биофильтры).

*Аэротенки* представляют собой железобетонные резервуары, прямоугольные в сечении, разделенные перегородками на отдельные коридоры. Поступая в них после сооружений механической очистки, сточная вода смешивается с возвратным активным илом и последовательно проходит по коридорам аэротенка. Время нахождения обрабатываемой сточной воды в аэротенке в зависимости от ее состава колеблется от 6 до 12 ч. За этот период основная масса органических загрязнений перерабатывается биоценозом активного ила. На рис. 20 приведена примерная схема обработки сточной воды на основе аэротэнков.

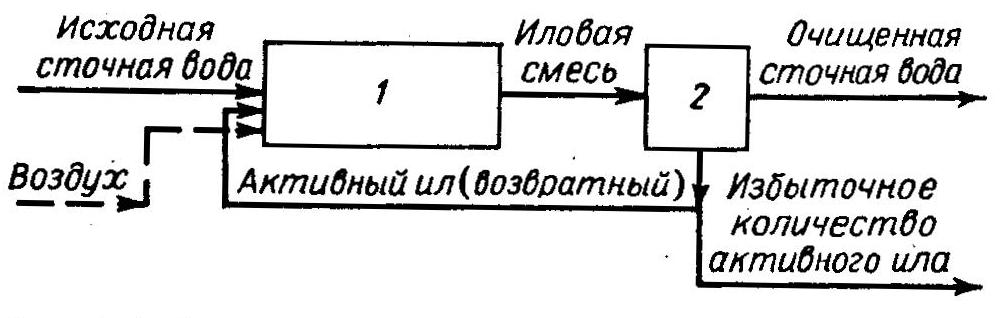


Рис. 20. Схема установки аэробной стабилизации активного ила: 1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник

Для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, интенсивного его перемешивания и насыщения обрабатываемой смеси кислородом воздуха в аэротенках устраиваются различные системы аэрации. Активный ил в аэрируемой жидкости значительно ускоряет процессы окисления и создает условия для процессов адсорбции органических веществ. В процессе биологического окисления происходит прирост биомассы активного ила

Из аэротенков смесь обработанной сточной воды и активного ила поступает во вторичный отстойник, откуда очищенная сточная вода поступает либо на дальнейшую доочистку, либо дезинфицируется. Основная часть активного ила возвращается в аэротенк, а его избыток выводится из системы и направляется в сооружения по обработке осадка.

Концентрация иловой массы в аэротенке (доза по сухому веществу) составляет 2-5 г/л. Расход воздуха 5-15 м³ на 1 м³ сточной воды. Нагрузка по органическим загрязнениям 400-800 мг БПК на 1 г беззольного активного ила в сутки. При этих условиях обеспечивается полная биологическая очистка.

Комплексы очистных сооружений, в состав которых входят аэротенки, имеют производительность от нескольких десятков до 2-3 млн м³ сточных вод в сутки.

*Биофильтры* находят широкое применение при суточных расходах бытовых и производственных сточных вод до 30 тыс. м³ в сутки. Важнейшей составной частью биофильтров является загрузочный материал. По типу загрузочного материала их разделяют на две категории: с объемной и плоскостной загрузкой.

Биофильтры представляют резервуары круглой или прямоугольной формы в сечении, которые заполняются загрузочным материалом.

Объемный материал, состоящий из гравия, керамзита, шлака с размерами частиц 15-80 мм, после сортировки засыпается слоем высотой 2-4 м.

Плоскостной материал выполняется в виде жестких кольцевых, трубчатых элементов из пластмасс, керамики, металла) и мягких (рулонная ткань) блоков, которые монтируются в теле биофильтра слоем толщиной 8 м.

Биологическая очистка не обеспечивает полного уничтожения в сточных водах всех болезнетворных бактерий. Поэтому после нее воду дезинфицируют жидким хлором или хлорной известью, озонированием, ультрафиолетовым излучение, электролизом или ультразвуком.

В результате очистки сточных вод образуется большое количество илового осадка, загрязненного токсичными веществами, склонного к загниванию и зараженного патогенными микроорганизмами. Это обусловливает необходимость специальной обработки осадка для последующего использования либо необходимость его ликвидации.

Основными стадиями переработки илового осадка являются процессы уплотнения, стабилизации, кондиционирования, обезвоживания и термической обработки. Их протекание обеспечивает удаление свободной и структурно связанной влаги, разрушение биологически разлагаемой части органического вещества с выделением углекислого газа, метана и воды, отделение воды, сжигание или сушку осадка.

Сжигание осадков производят тогда, когда их утилизация невозможна или нецелесообразна, а также когда отсутствуют условия их складирования, так как после их сжигания объем осадков уменьшается, примерно, на два порядка.

На основе биохимических методов достигается достаточно глубокая степень очистки, а сами методы являются наиболее экономичными. Вместе с тем, биохимические методы имеют и определенные недостатки. Прежде всего, биологические очистные сооружения занимают очень большие территории. Кроме того, большой прирост биомассы создает дополнительные проблемы, связанные с утилизацией осадка. Процесс очистки малоуправляем. Наконец, биологические очистные сооружения не могут работать с перегрузкой. При попадании в них высокотоксичных соединений в количествах, превышающих ПДК, эффективность очистки резко падает, и в случае гибели микрофлоры очистка может полностью прекратиться. Чтобы избежать нарушений в режиме работы боихимических очистных сооружений, высококонцентрированные сточные воды подвергаются предварительной очистке с помощью различных физико-химических методов, что не только стабилизирует работу аэротенков, но и значительно уменьшает их объем.

5.3 Нормативы качества водных объектов

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечивается здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологического благополучия водного объекта. Нормы установлены для условий хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

К хозяйственно-питьевому водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно- питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

К коммунально-бытовому водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для коммунально-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населённых мест, независимо от вида их использования.

К рыбохозяйственному водопользованию относится использование водных объектов для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Рыбохозяйственные водные объекты или их участки могут относиться к одной из трех категорий:

· к высшей категории относятся места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных видов рыб и других промысловых водных организмов, а также охранные зоны хозяйств любого типа для искусственного разведения и выращивания рыб, других водных животных и растений;

· к первой категории относятся водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

ко второй категории относятся водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Виды водопользования на водном объекте в пределах области (края), республики определяются органами Минприроды совместно с органами государственного санитарного надзора и подлежат утверждению областными (краевыми) администрациями. На пограничных между территориально-административными единицами водных объектах вид водопользования устанавливается совместным решением соответствующих органов.

Нормы качества воды водных объектов включают:

· общие требования к составу и свойствам воды водотоков и водоемов для различных видов водопользования;

· перечень ПДК нормированных веществ в воде водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения;

· перечень ПДК нормированных веществ в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Для всех нормированных веществ при рыбохозяйственном водопользовании и для веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности при других видах водопользования, при поступлении в водные объекты нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности, сумма отношений концентраций (Ci, С2, ..., Сп) каждого из веществ в контрольном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы.

При сбросе сточных вод или при других видах хозяйственной деятельности нормы качества воды водоёмов и водотоков должны выдерживаться на участках в один километр выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населённого пункта и т. п.), а в водоемах - на акватории в радиусе одного километра от пункта водопользования.

При сбросе сточных вод или при других видах хозяйственной деятельности, влияющих на состояние рыбохозяйственных водотоков и водоемов, нормы качества воды в случае превышения этих норм должны соблюдаться в пределах всего рыбохозяйственного участка. Его начало определяется от контрольного свора, не далее чем в 500 м от места сброса сточных вод или расположения других источников примесей, влияющих на качество воды (мест добычи полезных ископаемых, производства работ на водном объекте и т. п.)

Водный объект или его участок считается загрязненным, если в местах водопользования не соблюдаются нормы качества воды в водном объекте.

Для уникальных водных объектов могут устанавливаться особые требования к качеству воды. Таким водным объектам может быть придан статус заповедника или заказника в установленном законом порядке.

Отдельные водотоки, водоемы или их участки могут быть предоставлены в обособленное водопользование для использования преимущественно в определенных хозяйственных целях, например для рыборазведения, охлаждения подогретых вод (пруды-охладители), создания лесотоварных баз и других целей.

Запрещается сбрасывать в водные объекты:

• возвратные (сточные) воды, содержащие вещества или продукты трансформации веществ в воде, для которых не установлены ПДК или

ОДУ, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля, за исключением тех веществ, что содержаться в воде водного объекта;

· возвратные (сточные) воды, которые с учетом их состава и местных условий при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть направлены в систему оборотного водоснабжения, для повторного использования, для орошения в сельском хозяйстве при соблюдении агротехнических, санитарных и ветеринарных требований или для других целей народного хозяйства;

· производственные, хозяйственно-бытовые сточные воды, дождевые и талые воды, отводимые с территорий промышленных площадок и населённых мест, не прошедшие очистку до установленных требований;

· сточные воды, оказывающие токсическое действие на живые организмы (по результатам биотестирования);

· возвратные (сточные) воды в пределах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, округов санитарной охраны курортов, в водные объекты, используемые для лечебных целей, в местах массового скопления рыб (нерестовые, нагульные участки, зимовальные ямы), на участках искусственного разведения и выращивания рыб и других водных животных и растений, а также в водные объекты или их участки, объявленные в установленном порядке заказниками или заповедниками;

· возвратные (сточные) воды, содержащие возбудителей инфекционных заболеваний, а также содержащие вещества, концентрация которых превышает ПДК и их фоновые значения в водном объекте, если для них не установлены нормы ПДС, указанные в разрешении на сброс возвратных (сточных) вод или в разрешении на специальное водопользование (природопользование).

Запрещается сброс в водные объекты, на поверхность ледяного покрова и водосбора, а также в системы канализации пульпы, концентрированных кубовых осадков, шламов, образующихся в результате обезвреживания сточных вод, в том числе содержащих радионуклиды, других технологических и бытовых отходов.

Не допускаются утечки в водные объекты от нефте- и продуктопро- водов, нефтепромыслов, а также сброс мусора, неочищенных сточных, под- сланевых, балластных вод, сброс в воду других веществ с плавучих средств водного транспорта.

Не допускается проведение дноуглубительных и дноочистительных работ и сброса грунта, мусора, строительных и других материалов в районах нерестилищ, нагульных площадей, зимовальных ям, участков, служащих миграционными путями рыб.

Молевой сплав леса, сплав древесины в пучках и кошелях без судовой тяги запрещается на судоходных путях, а также на водных объектах, перечень которых утверждается в соответствии с действующим законодательством с учётом особого значения этих объектов для рыбного хозяйства, водоснабжения или других целей.

В верхнем и нижнем бьефах водохранилищ должен поддерживаться режим колебаний уровня воды, обеспечивающий благоприятные условия работы водозаборов, нереста, развития и ската молоди рыб, а также безопасность судоходства.

Сброс возвратных (сточных) вод в водные объекты является одним из видов специального водопользования и осуществляется на основании разрешений, выдаваемых в установленном порядке органами Минприроды по соглашению с органами Государственного санитарного надзора, и с учётом требований рыбного хозяйства.

На основании расчетов для каждого выпуска возвратных (сточных) вод устанавливается ПДС веществ, соблюдение которых должно обеспечить нормативное качество воды в контрольных створах водных объектов или неухудшение сформировавшихся под влиянием природных факторов состава и свойств воды, качество которой хуже нормативного.

ТЕМА 6 Литосфера

6.1 Состав и значение почв

Литосфера - это составная часть биосферы, представляющая собой твердую оболочку Земли. В состав литосферы входит почва - верхний плодородный слой земной коры, представляющий собой комплекс минеральных и органических веществ, заселенных живыми организмами.

Согласно В.И.Вернадскому, почва представляет собой биокосное вещество, состоящее одновременно из живых и косных (неорганических) тел - минералов, воды, воздуха, органических остатков. Толщина почвы колеблется от нескольких сантиметров до 3 м и более и в среднем составляет 18-20 см. Мощность почв увеличивается от полюса к экватору. Одним из важнейших свойств почвы является ее структура, которая обусловлена совокупным действием органических и минеральных почвенных коллоидов, склеивающих элементарные частички почвы и способствующие образованию комочков структурных агрегатов различной формы и величины.

Почва представляет собой довольно сложную полидисперсную трехфазную систему, включающую твердую (минеральные частицы), жидкую (почвенная влага) и газообразную фазы. Соотношение этих трех составляющих определяет основные физические свойства почвы как среды обитания живых организмов. Полидисперсность частиц твердой части почвы обусловливает рыхлость ее сложения. Химические же свойства сильно зависят от органического вещества.

Состав и размеры минеральных частиц (твердая фаза) определяют механические свойства почвы. Различают почвы песчаные (содержат более 90 % песка), супесчаные (90 - 80), легкие, средние и тяжелые суглинки (соответственно 80 - 70, 70 - 55 и 55 - 40) и глины - легкие (40 - 30), средние (30 - 20) и тяжелые (менее 20 % песка).

Отдельные минеральные частицы в составе почвы обычно склеиваются друг с другом, образуя более или менее крупные агрегации. Соотношение разных по величине агрегаций минеральных частиц (степень пористости или скважинности) определяет структуру почвы. По структуре различают глыбистую, комковатую, ореховатую, крупнозернистую, мелкозернистую, пылеватую и др. почвы. По степени пористости различают почвы тонкопористые (диаметр пор менее 1 мм), пористые (1- 3), губчатые (3 - 5), ноздреватые (имеются поры диаметром 5 - 10), ячеистые (более 10 мм), трубчатые (поры или полости соединяются в канальцы).

Механический состав и структура почв является ведущим фактором формирования их свойств как среды обитания живых организмов.

Минеральные частицы занимают 40 - 70 % общего объема почвы. Оставшееся пространство, представляющее собой систему пор, полостей и канальцев, занято воздухом и водой.

Вода (почвенная влага) может находиться в почве в трех состояниях: гравитационном, капиллярном и прочносвязанном (гигроскопическом). Гравитационная вода заполняет относительно крупные (не обладающие свойством капиллярности) поры и полости в почве; она доступна для растений. Проникая в почву с поверхности суши, главным образом в результате атмосферных осадков, эта часть жидкой фазы представляет собой сложный раствор, обладающий различными свойствами в зависимости от состава растворенных веществ. Так, например, рН почвенного раствора может колебаться от 3 - 3,5 ед. (сфагновые болота) до 10 - 11 ед. (солонцы). От состава растворенных веществ зависит и роль почвенной влаги в водном режиме и питании растений.

Вода, заполняющая поры малого диаметра, оказывается под воздействием сил поверхностного натяжения капиллярного мениска и «подсасывается» вверх на расстояние, обратно пропорциональное диаметру капилляра. На этом механизме основано увлажнение почвы снизу (от горизонта подземных вод), а также потеря влаги почвой испарением ее с почвенной поверхности. Эту часть почвенной влаги называют капиллярной, она образует влажный горизонт почвы.

На фоне определенного типа структуры почвы различные формы влаги определяют конкретные водные свойства почвы: ее водоудерживающую способность, водопроницаемость и водоподъемные свойства. Испаряясь, почвенная влага определяет почти 100 % влажность почвенного воздуха (кроме самых верхних горизонтов почвы).

Воздух проникает в почву из атмосферы путем диффузии газов между атмосферой и поверхностными горизонтами почвы по градиенту давления и заполняет поры и полости, свободные от воды.

Обязательным компонентом почвы является органическое вещество, образующееся в результате разложения мертвых организмов. Часть органического вещества формируется в самой почве, значительная часть его попадает в почву из наземных экосистем. Органическое вещество почвы представлено коллоидной фракцией гумуса-перегноя с частицами до 0,0001 мм. В гумусе содержится С, Н2, N2, Р, Са, S, белки, жиры, углеводы.

Состав органических веществ многообразен и включает компоненты, образующиеся на разных стадиях разложения сложных углеводов, белков, жиров и других веществ. Почвенные органические вещества содержат, в частности, лигнин, клетчатку, терпены (эфирные масла), смолы, дубильные вещества и др. Часть молекул органических веществ (преимущественно ароматической природы) полимеризуется, что повышает их устойчивость к воздействию микроорганизмов-разрушителей. Так образуется гумус, который накапливается в почве и долго в ней сохраняется. Входящие в состав гумуса фульвокислоты. активно разлагают минеральные вещества, способствуя процессу почвообразования. Гуминовые кислоты участвуют в создании пористой структуры почвы, что улучшает водные и воздушные ее свойства и режим питания растений.

В почве выделяют три основных горизонта, различающихся по морфологическим и химическим свойствам:

* - верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт (А), в котором накапливается и преобразуется органическое вещество и из которого промывными водами часть соединений выносится вниз;
* - горизонт вымывания, или иллювиальный (В), где оседают и преобразуются вымытые сверху вещества;
* - материнскую породу, или горизонт (С), материал которой преобразуется в почву.

Материнская порода состоит из каменистой части, песка, глины, извести и ила и представляет собой сложный комплекс минеральных соединений, включающих Si, Аl, Fе, К, Nа, Мg, Са, Р, S, РЬ, Сu, Р, I, которые в большинстве своем находятся в окисленной форме, соли угольной, серной, фосфорной, соляной кислот и др. Каменистая часть представляет собой частицы с диаметром более 3 мм, песок - частицы размером 0,2 - 3 мм, глина - 0,001 - 0,01 мм. По степени дисперсности минеральные вещества делятся на 2 группы. К первой относятся частицы диаметром больше 0,001 мм (обломки горных пород и слагающих их минералов, минеральные новообразования, появляющиеся в процессе образования почвы). Ко второй группе причисляют тонкодисперсные частицы диаметром меньше 0,001 мм (вновь образовавшиеся в процессе выветривания глинистых минералов, специфических органических соединений - продуктов разложения органических остатков и синтеза из них новых элементов). Тонкодисперсная часть почвы определяет ряд ее физических и физико-химических свойств, аккумулирует ряд химических элементов, необходимых растениям для их жизнедеятельности.

6.2 ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВЫ

Почва, является неотъемлемой частью любого биогеоценоза и биосферы в целом. При этом она выполняет ряд экологических функций, в т.ч. глобальных биосферных, обеспечивающих стабильность биосферы и саму возможность существования жизни на Земле [3].

В настоящее время принято деление экологических функций почвы на две большие группы: экосистемные (биогеоценотические) функции почвы и глобальные (биосферные) функции почвенного покрова [4].

**6.2.1 Экосистемные (биогеоценотнческие) функции почвы**

Являясь частью любого наземного биогеоценоза, почва выполняет ряд экосистемных (биогеоценотических) функций (рис. 1). Загрязнение почвы приводит к их нарушению.

1. Функции почвы, обусловленные физическими свойствами: жизненное пространство, жилище и убежище, механическая опора, депо семян и других зачатков.

В рассматриваемом аспекте наиболее важными являются такие физические свойства почвы как структура, плотность, влагоемкость, водопроницаемость, темпeрaтyрa, теплопроводность и др.

Многочисленные данные свидетельствуют, что при загрязнении почвы ухудшается структура почвы, увеличивается плотность, уменьшается общая порозность, снижается водопроницаемость, ухудшается водно-воздушный режим почв [5].

В результате девегетации усиливаются процессы эрозии и дефляции почвы. В последнем случае наблюдается разрушение почвы, которое делает невозможным выполнение почвой не только этой группы функций, связанной с физическими свойствами, но и любых других ее функций.

При загрязнении физические свойства почв изменяются в последнюю очередь. Это происходит только при очень значительном накоплении загрязнений в почве - около 10 ПДК и более [6].

2. Функции почвы, связанные преимущественно с ее химическими, физико-химическими и биохимическими свойствами: источник элементов питания; депо влаги, элементов питания и энергии; сорбция веществ, поступающих из атмосферы и с грунтовыми водами; сорбция микроорганизмов; стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов.

Выполнение перечисленных функций зависит от таких свойств почвы как содержание и запасы гумуса и элементов минерального питания, влагоемкость, щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия, активность ферментов и др.

Высокие дозы загрязнений вызывают алифатизацию гумуса , что ведет к увеличению содержания углеводов, гидролизуемости гумуса, степени окисляемости гумуса и соответственно значений крнцентрации гумуса[8].Загрязнение почв предприятиями железнодорожного транспорта влияет и на качественный состав гумуса, в основном снижается содержание гуминовых кислот и увеличивая содержания фульвокислот[6].

Жизненное пространство

Физические

Депо семян и других зачатков

Механическая опора

Жилище и убежище

Химические и физико-химические

Информационные

Целостные

Источник элементов питания

Аккумуляция и трансформа-ция вещества и энергии

Сигнал для ряда сезонных и других биологических процессов

Категории и типы биогеоценотических функций почвы

Санитарная функция

Регуляция численности, состава и структуры биоценозов

Стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов

Буферный и защитный биогеоцено-тический экран

Пусковой механизм некоторых сукцессий

Депо влаги, элементов питания и энергии

Условие существо-вания и эволюции организмов

«Память» биогеоценоза

Сорбция веществ и микроорганиз-мов

Почвенное плодородие

**Рис.1. Экосистемные (биогеоценотические) функции почвы** [7]

Как правило, загрязнения почвы ингибируют процессы азотфиксации, аммонификации, нитрификации и минерализации. Однако, в ряде случаев, при невысокой концентрации загрязнений или в богатых гумусом почвах, отмечается усиление интенсивности этих процессов, вследствие чего возрастает содержание в почве доступных растениям форм азота, а часто и фосфора, т.е. происходит улучшение питательного режима почвы [9].

Загрязнение почвы практически всегда ведет к снижению ферментативной активности почв, так как ингибирование ферментов является характерным свойством загрязнений железнодорожного транспорта.

Изменение вышеуказанных свойств происходит уже при менее значительном загрязнении почвы - около 1 ПДК и более.

3.Информационная группа биогеоценотических функций почвы: сигнал для ряда сезонных и других биологических процессов; регуляция численности, состава и структуры биоценозов; пусковой механизм некоторых сукцессий; «память» биогеоценоза. По сравнению с вещественной и энергетической сторонами природных процессов и явлений информационный аспект исследуется относительно недавно. Отчасти именно поэтому сведения о влиянии загрязнений на эту группу экологических функций почвы практически отсутствуют. Исключение составляет информация об изменении численности, состава и структуры биоценозов.

По имеющимся данным, загрязнение почв объектами железнодорожного транспорта оказывает значительное влияние на общую численность, видовой состав и активность почвенной микробиоты. При загрязнении почв железнодорожным транспортом численность почвенных микроорганизмов может снижаться, не изменяться, и даже увеличиваться. [6] Более однозначными являются изменения состава и структуры комплекса почвенных микроорганизмов, которые проявляются в снижении видового разнообразия [10].

4.Целостные биогеоценотические функции почвы: аккумуляция и трансформация веществ и энергии, находящихся в биогеоценозе или поступающих в него; санитарная функция; буферный и защитный биогеоценотический экран; условия существования и эволюции организмов.

Выполнение почвой этой группы функций зависит от всех ее свойств. На примере данной группы функций наиболее отчетливо прослеживаются обратные связи между загрязнением почвы железнодорожным транспортом и способностью почвы выполнять свои экологические функции. С одной стороны, именно указанные функции призваны предотвращать негативные последствия загрязнения почв железнодорожным транспортом, с другой стороны, когда свойства почвы, определяющие эти функции, не выдерживают антропогенного пресса, и происходит срыв в их работе, тогда и возникают нарушения в функционировании почвы и всей экосистемы. Именно под устойчивостью данных функций должна пониматься устойчивость почвы к загрязнению объектами железнодорожного транспорта.

О влиянии загрязнения объектами железнодорожного транспорта на группу целостных биогеоценотических свойств почвы можно судить по показателям фитотоксичности почвы. Загрязнения объектов железнодорожного транспорта приводят к увеличению фитотоксических свойств почвы [11].

Ухудшение целостных функций почвы происходит одновременно с ухудшением группы химических, физико-химических и биохимических функций почвы, т.е. при содержании загрязнений около 1 ПДК и более [6].

**6.2.2 Глобальные (биосферные) функции почвы**

Помимо охарактеризованных биогеоценотических функций почвы, почвенный покров, как компонент биосферы, выполняет ряд биосферных функций (рис.2). Проанализируем влияние загрязнений железнодорожного транспорта на способность почвы выполнять основные биосферные функции.

1.Среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши. Загрязненная железнодорожным транспортом почва является малопригодной или вовсе непригодной для обитания большинства живых организмов. Даже если почва не становится безжизненной, то формирующиеся на ней биоценозы отличаются малым объемом биомассы, низкой скоростью биологических процессов, узким видовым составом (биоразнообразием), слабой устойчивостью и т.д

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сферы влияния | | | |
| Литосфера | Гидросфера | Атмосфера | Биосфера в целом |
| биохимическое преобразование верхних слоев литосферы | трансформация поверхностных вод в грунтовые | поглощение и отражение солнечной радиации | среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши |
| источник вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых |  | регулирование влагооборота атмосферы | связующее звено биологического и геологического круговоротов |
| передача аккумулирован-ной солнечной энергии в глубокие части литосферы | участие в формировании речного стока | источник твердого вещества и микроорганизмо, поступающих в атмосферу |  |
|  | фактор биопродуктивности водоемов за счет приносимых почвенных соединений | поглощение и удержание некоторых газов от ухода в космическое пространство | защитный барьер и условие нормального функционирования биосферы |
| защита литосферы от чрезмерной эрозии и условие ее нормального развития | сорбционный защищающий от загрязнения барьер акваторий | регулирование газового режима атмосферы | фактор биологической эволюции |

**Рис. 2** **Глобальные функции почв** **[12]**

2.Сопряжение большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности. Следствием снижения интенсивности биологических процессов является ослабление биологического круговорота вещества и усиление геологического. Это выражается в развитии эрозии почв, усилении процессов денудации суши, приводит к удалению с поверхности суши биофильных элементов.

3.Регулирование химического состава атмосферы и гидросферы. В почве, загрязненной объектами железнодорожного транспорта, происходит изменение биогеохимических и геохимических процессов, что отражается на направленности трансформации и миграции веществ между почвой, атмосферой и гидросферой. Например, ослабление интенсивности почвенного «дыхания» снижает поглощение почвой кислорода и выделение в атмосферу углекислою газа.

4.Защитный барьер биосферы. Почва, в большей степени, чем другие компоненты биосферы, нейтрализует в себе значительную часть загрязняющих биосферу веществ, в частности загрязнений железнодорожного транспорта, тем самым, предотвращая их поступление в живое вещество. При загрязнении железнодорожным транспортом буферные (защитные) свойства почвы снижаются.

5.О6еспечение существования жизни на Земле. Венцом всех охарактеризованных экологических функций почвы выступает ее плодородие, обеспечивающее возможность существования жизни на континентах в современной форме, а также жизнь и хозяйственную деятельность человека. Загрязнение объектами железнодорожного транспорта снижает почвенное плодородие, продуктивность и устойчивость экосистем, ухудшает здоровье и качество жизни населения, сокращает продолжительность жизни.

Нарушение общебиосферных функций, выполняемых почвой, в результате целого комплекса причин, только одной из которых является загрязнение объектами железнодорожного транспорта, в настоящее время принимает планетарный характер. Этот процесс вносит свою отрицательную лепту в развитие глобального экологического кризиса и создает угрозу стабильного существования биосферы.[6]

6.2 Антропогенное загрязнение почвы

**6. 2.1 Загрязнение почв тяжелыми металлами**

К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов, масса атомов которых составляет свыше 50 а.е.м. Это Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co и другие. Среди тяжелых металлов много микроэлементов, яв-ляющихся необходимыми и незаменимыми компонентами биокатализаторов и биорегуляторов важнейших физиологических процессов. Однако избыточ-ное содержание тяжелых металлов в различных объектах биосферы оказывает угнетающее и даже токсическое действие на живые организмы (рис.3).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (ГОСТ 17.4.1.02-83) | Класс | Элемент |
| I | высоко опасные | Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F |
| II | умеренно опасные | Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb |
| III | мало  опасные | V, W, Mn, Sr, Ba |

**Рис.3 Классы загрязняющих веществ по степени их опасности**

Источники поступления тяжелых металлов в почву делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, влияние автотранспорта, сельского хозяйства и т.д.) (рис.4).[1]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (Вредные химические вещества, 1988) Элемент | | | Естественное загрязнение | | | Техногенное загрязнение | |
| As | | | Извержение вулканов, ветровая эрозия. | | | Добыча и переработка мышьяксодержащих руд и минералов, пирометаллургия и получение серной кислоты, суперфосфата; сжигание каменного угля, нефти, торфа, сланцев; синтез и использование мышьяксодержащих ядо-химикатов, препаратов, антисептиков. | |
| Se | | | Сульфидные месторождения, в которых селен изоморфно замещает серу. Вулканическая деятельность. Выпадение с атмосферными осадками. | | | Обогащение руд, производство серной кислоты, сжигание угля | |
| B | | | Входит в состав многих минералов. | | | Сточные воды производств: металлургического, машиностроительного, текстильного, стекольного, керамического, кожевенного, а также бытовые сточные воды, насыщенные стиральными порошками. Разработка борсодержащих руд, внесение удобрений | |
| F | | Широко распространен в природе, составляя примерно 0,08% земной коры. Входит в состав свыше 1000 минералов. Фтороводородом богаты вулканические газы. | | | Электростанции, работающие на угле, производство алюминия и суперфосфатных удоб-рений. | |
| Cr | | В элементарном состоянии в природе не встречается. В виде хромита входит в состав земной коры. | | | Выбросы предприятий, где добывают, получают и перерабатывают хром. | |
| Со | | Известно более 100 кобальт-содержащих минералов. | | | Сжигание в процессе промышленного произ-водства природных и топливных материалов. | |
| Мо | | Входит в состав многих минералов. | | | Металлургический процесс переработки и обогащения руд, фосфорные удобрения, производство цемента, выбросы ТЭС. | |
| Ni | | Входит в состав 53 минералов. | | | Выбросы предприятий горнорудной промыш-ленности, цветной металлургии, машино-строительные, металлообрабатывающие, химические предприятия, транспорт, ТЭС. | |
| Cu | | Входит в состав ми-нералов Самородная образуется в зоне окисления сульфидных месторождений. Вулканические и осадочные породы. | | | Предприятия цветной металлургии, транспорт, удобрения и пестициды, процессы сварки, гальванизации, сжигание углеводородных топлив. | |
| Zn | | Относиться к группе рассеянных элементов. Широко распространен во всех гео-сферах. Входит в состав 64 минералов | | | Высокотемпературные технологические процессы, Потери при транспортировке, сжигание каменного угля. | |
| Cd | | Относится к редким рассеянным элементам: содержится в виде изоморфной примеси во многих минералах и всегда в минералах цинка. | | | Локальное загрязнение – выбросы промышленных комплексов, загрязнение различной степени мощности это тепловые энергетические установки, моторы, минеральные удобрения, табачный дым. | |
| Hg | Рассеянный элемент, кон-центрируется в сульфидных рудах. Небольшое количество встречается в самородном виде | | | Процесс пирометаллургического получения металла, а также все процессы, в которых используется ртуть. Сжигание любого органического топлива (нефть, уголь, торф, газ, древесина) металлургические производства, термические процессы с нерудными материалами. При сжигании мусора, сточные воды. | | | |
| Pb | Содержится в земной коре, входит в состав минералов. В окружающую среду по-ступает в виде силикатной пыли почвы, вулканического дыма, испарений лесов, мор-ских солевых аэрозолей и метеоритной пыли. | | | Выбросы продуктов, образующихся при вы-сокотемпературных технологических про-цессах, выхлопные газы, сточные воды, добыча и переработка металла. | | | |

**Рис.4 Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду**

На поверхность почвы тяжелые металлы поступают в различных формах. Это оксиды и различные соли металлов, как растворимые, так и практически нерастворимые в воде. [1]

Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами зависят от параметров загрязнения, геохимической обстановки и устойчивости почв. К параметрам загрязнения относятся природа металла, т.е. его химические и токсические свойства, содержание металла в почве, форма химического соединения, срок от момента загрязнения и т.д. Устойчивость почв к загрязнению зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества, кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий, активности микробиологических и биохимических процессов и т.д.

Устойчивость живых организмов, прежде всего растений, к повышен-ным концентрациям тяжелых металлов и их способность накапливать высокие концентрации металлов могут представлять большую опасность для здоровья людей, поскольку допускают проникновение загрязняющих веществ в пищевые цепи.

При нормировании содержания тяжелых металлов в почве должна учитываться полифункциональность почвы. Почва может рассматриваться как естественное природное тело, как среда обитания и субстрат для растений, животных и микроорганизмов, как объект и средство сельскохозяйственного и промышленного производства, как природный резервуар, содержащий патогенные микроорганизмы, как часть наземного биогеоценоза и биосферы в целом.

По вопросу санации почв, загрязненных тяжелыми металлами, существует два основных подхода. Первый направлен на очищение почвы от тяжелых металлов (путем промывок, извлечения тяжелых металлов из почвы с помощью растений, удаления верхнего загрязненного слоя почвы и т.п.). Второй подход основан на закреплении тяжелых металлов в почве, пере-воде их в нерастворимые в воде и недоступные живым организмам формы.[1]

**6.2.2 Загрязнение почвы пестицидами и избыточным количеством минеральных удобрений**

Пестициды – ядохимикаты для борьбы с сорняками (гербициды), с грибковыми болезнями растений (фунгициды) и вредителями (зооциды, инсектициды и др.). В зависимости от назначения химические вещества подразделяются на препараты для защиты растений от вредителей и болезней, гербициды и средства предуборочной обработки культур. Первая группа – наиболее обширная и включает в себя бактерициды, гематоциды, акарициды, зооциды, лимациды, инсектициды, нематоциды, овициды, фунгициды и иные препараты. Чаще всего применяются инсектициды. Эти ядохимикаты могут включать в себя хлороганические, фосфорорганические и неорганические соединения ртути, свинца, мышьяка и других элементов. Все яды, применяемые в сельском хозяйстве, в разной степени ядовиты для человека и животных. Однако сейчас без них нельзя обойтись. Растения, как и человек, нуждаются в фармацевтической защите. Но следует помнить золотое правило Парацельса: «Все яд, дело в количестве». Поэтому, нужно быть осторожным с дозировкой, транспортировкой, хранением и т.д. Рациональное использование пестицидов должно осуществляться путем снижения норм расхода препаратов, оптимизации сроков и способов применения, подбора препаратов, наиболее безвредных для среды и человека, сокращения обработок на основе учета экологических и экономи-ческих порогов вредности фитофагов. Хорошо известны биологически без-вредные для здоровья людей методы борьбы с вредителями. Главные условия создания чистых агроценозов и ландшафтов – всемерное сокращение приме-нения ядохимикатов, высокая техника, использование биологических средств защиты растений и устойчивых к болезням и вредителям сортов.

Применение минеральных удобрений является фундаментальным преобразованием в сфере производства вообще и главное в земледелии, что позволило коренным образом в глобальном плане и в нашей стране в частности, решать проблему продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Без применения удобрений сейчас сельское хозяйство немыслимо.

При правильной организации и контроле применения минеральные удобрения не опасны для окружающей среды, здоровья человека и живот-ных. Оптимальные научно-обоснованные дозы увеличивают урожайность растений и повышают количество продукции. К недостатку многих удобре-ний можно отнести наличие в них тяжелых металлов. Особенно загрязнены ими фосфорные удобрения. Поэтому необходим тщательный сертификаци-онный контроль. Длительное применение физиологически кислых и щелочных туков могут изменить реакцию почвенного раствора. Негативные последствия может иметь избыточное применение азотных удобрений. При этом урожайность растений увеличивается, но продукция оказывается загряз-ненной нитратами. Особенно интенсивно аккумулируют нитраты овощные культуры, арбузы и дыни. В крови организмов, т.ч. и человека, нитраты, со-единяясь с гемоглобином, препятствуют переносу кислорода и вызывают тяжелое заболевание – метгемоглобинемию.

Изыскиваются новые пути уменьшения потерь питательных веществ и ограничения загрязнения ими окружающей среды. Для уменьшения потерь азота из удобрений рекомендуются медленнодействующие азотные удобре-ния и ингибиторы нитрификации, пленки, добавки. Вводится капсулирование тонкозернистых удобрений оболочками серы, пластиков и др. Равномерное высвобождение азота из этих удобрений исключает накопление нитратов в почве. Большое значение для окружающей среды имеет применение новых, высококонцентрированных, комплексных минеральных удобрений. Для них характерно то, что они лишены балластных веществ (хлориды, сульфаты) или содержат их незначительное количество. Отдельные факты отрицатель-ного влияния удобрений на окружающую среду связаны с ошибками в прак-тике их применения, с недостаточно обоснованными способами, сроками, нормами их внесения без учета свойств почв.[1]

**6.2.3 Загрязнение почвы радионуклеидами**

Радиоактивность почв обусловлена содержанием в них радионуклидов. Естественная радиоактивность почв вызвана естественными радиоактивными изотопами, которые всегда в тех или иных количествах присутствуют в почвах и почвообразующих породах. Искусственная радиоактивность почв обусловлена поступлением в почву радиоактивных изотопов, образующихся в результате атомных и термоядерных взрывов, в виде отходов атомной промышленности или в результате аварий на атомных предприятиях. Наиболее часто искусственное радиоактивное загрязнение почв вызывают изотопы 235U, 238U, 239Pu, 129I, 131I, 144Ce, 140Ba, 106Ru, 90Sr, 137Cs и т. д. Интенсивность радиоактивного загрязнения на конкретной территории определяется двумя факторами:

* концентрацией радиоактивных элементов и изотопов в почвах;
* природой самих элементов и изотопов, которая в первую очередь детерминируется периодом полураспада.

*В экологическом отношении наибольшую опасность представляют 90Sr и 137Cs. Они прочно закрепляются в почвах, характеризуются длитель-ным периодом полураспада (90Sr - 28 лет и 137Cs - 33 года) и легко включаются в биологический круговорот как элементы, близкие к Ca и K. Накапливаясь в организме они являются постоянными источниками внутреннего облучения.*

**6.2.4 Загрязнение почвы нефтепродуктами**

Нефть представляет собой смесь углеводов и их производных, в целом свыше 1000 индивидуальных органических веществ, каждое из которых может рассматриваться как самостоятельный токсикант. Основной источник загрязнения почвы нефтью – антропогенная деятельность. Загрязнение происходит в районах нефтепромыслов, нефтепроводов, а также при перевозке нефти.

Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродук-тами зависят от параметров загрязнения (химическая природа загрязняющих веществ, концентрация их в почве, срок от момента загрязнения и др.), свойств почвы (структура почвы, гранулометрический состав, влажность почвы, активность микробиологических и биохимических процессов и др.) и характеристик внешней среды (температура воздуха, ветреность, уровень солнечной радиации и особенно доля ультрафиолетового излучения в свете, растительный покров и пр.).

Нефть состоит из многих фракций, существенно различающихся между собой по физико-химическим свойствам. Поэтому их поведение в почве различно.

Наибольшей проникающей способностью обладают легкие фракции, которые капиллярными силами затягиваются на глубину до 1 метра. Будучи загрязнена только легкими фракциями, почва со временем может самоочи-ститься, так как эти фракции обладают низкими температурами кипения и довольно быстро испаряются.

Тяжелые битумные фракции, которые находятся в нефти растворенны-ми в летучих фракциях, проникают не глубже 12 см. При нормальной темпе-ратуре это твердые аморфные вещества, они адсорбируются из раствора поч-венными частицами верхнего слоя, склеивают их, застывают и образуют твердую корку. Такое загрязнение не может быть ликвидировано естествен-ным путем.

Восстановление загрязненных нефтепродуктами земель проходит либо засевом культур, устойчивых к нефтяному загрязнению, либо завозом незагрязненной почвы, что осуществляется в три основных этапа: удаление загрязненной нефтью почвы, рекультивация нарушенного ландшафта, мелиорация. [1]

**6.2.5 Загрязнение почвы биологическими агентами**

Многие микроорганизмы, обитающие в почвах, являются патогенны-ми: они опасны и даже губительны для человека и животных. Болезнетвор-ность организмов в почвенной среде может сохраняться длительное время. В связи с этим почва играет определенную эмидемиологическую роль в рас-пространении отдельных инфекционных заболеваний.

Немаловажное значение имеют почвы для последовательной передачи инфекций во внешней среде, так как попавшие в них патогенные микробы в дальнейшем распространяются через воду и растительную продукцию, вызывая холеру, дизентерию, тиф и т. д. или посредством насекомых, грызунов, скота и других животных, провоцируя туляремию, чуму, сибирскую язву и т.п. Вместе с почвой в организмы проникают споры возбудителей газовой гангрены и столбняка. Болезнетворные микроорганизмы могут попадать в дыхательные пути человека вместе с пылеватыми частицами почвенного происхождения, вызывая пневмонию, скарлатину, туберкулез, микозы и др.

Почвенный фактор играет специфическую роль в передаче заразного начала для некоторых видов геогельминтов (анкилостомиды, аскариды, вла-соглав).

Существенна роль почвы в сохранении споровых форм возбудителей сибирской язвы, столбняка и газовой гангрены. Заражение почвы бактерия-ми сибирской язвы вызывает кожную форму заболевания на ногах у лиц, хо-дящих босиком. Большое эпидемиологическое значение имеет загрязнение почвы для развития раневых инфекций и, в меньшей степени кишечных ин-фекций.

Важно знать, что почвы имеют особое эпидемиологическое значение и требуют постоянного глубокого анализа их санитарно-бактериологического состояния. Особенно велик потенциал патогенных микроорганизмов вблизи крупных городских центров, населенных мест с развитым сельскохозяйственным производством

6.3 Защита почвенного покрова

*СТАТЬЯ из журнала Растениеводство 31.03.2017*  
Автор: Игорь Новицкий

**Сохранение почвы: основные причины деградации и методы рекультивации земель**[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/pochva.jpg)

Ключевая характеристика сельскохозяйственной земли — это ее плодородность. Она складывается из разных составляющих (химический состав, увлажнение, уровень инсоляции и т.д.), но в конечном итоге значение имеет лишь общая характеристика. К сожалению, современные методы земледелия таковы, что они неизбежно приводят к деградации почв, то есть к снижению их плодородности. Задача каждого фермера, который хочет и далее получать высокие урожаи, заключается в сохранении плодородия почв, которые он обрабатывает или в восстановлении прежнего уровня плодородности, если земли сильно деградировали.

**Причины деградации почвы**

В природе характеристики плодородности почвы почти всегда постепенно увеличиваются. Дикие растения, впитавшие из земли различные химические элементы, погибая, возвращают их назад, привнося вдобавок еще и то, что они выработали из воздуха и солнечного света в процессе фотосинтеза.

[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/pochvennyj-profil.jpg)

Свой вклад в повышение плодородности дикой почвы вносят и животные организмы. Кому-то может показаться это невероятным, но на один гектар дикого поля приходится не менее 200 (!) кг микроорганизмов и еще около тонны животных покрупнее (от червей и насекомых до грызунов и мелких хищников). Помимо того, что все эти животные активно способствуют превращению местных растений в удобрения, они также создают в земле бесчисленное множество ходов и нор, по которым в землю попадает вода и воздух. А их наличие не менее важно для сохранения и повышения плодородия почвы.

К сожалению, методы обработки сельскохозяйственной земли радикально отличаются от естественных процессов и неизбежно наносят вред как всей экосистеме поля в целом, так и показателям плодородности почвы в частности. Регулярная вспашка, а также уничтожение сорняков и вредителей самым драматическим образом прерывают естественный ход вещей. Нарушается обмен воды и воздуха в почве, гибнет значительная часть мелкой фауны, целенаправленно пресекается видовое разнообразие растений.

Но хуже всего то, что люди, во-первых, изымают из природного круговорота органики на поле значительную часть биомассы в виде урожая, который никогда потом уже не возвращается в ту землю, из которой он высосал столько соков. Во-вторых, чтобы как-то компенсировать потерю питательных веществ в земле, ушедших вместе с увезенным урожаем, люди вносят огромное количество синтетических удобрений, а для борьбы с сорняками и вредителями используют ядохимикаты (пестициды и гербициды). Эта химия дает разовый эффект для увеличения одного конкретного урожая, под который она вносится, но в долгосрочной перспективе также снижает плодородность почвы, поскольку опять-таки истребляет микрофауну, так важную для сохранения плодородного слоя почвы.

[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/plodorodnyj-sloj.jpg)

**Последствия деградации почв**

Результаты сельскохозяйственной деятельности проявляются в виде катастрофических последствий, как в локальном, так и в глобальном масштабе. Если говорить о втором, то нужно отметить, что за последние 10 тыс. лет (когда люди занимались земледелием) общая площадь пригодных для использования в сельском хозяйстве земель сократилась вдвое. Доказано, что значительная часть современных пустынь и полупустынь появилась в результате антропогенного воздействия. Особенно здесь показателен пример Ближнего Востока, природа которого в древние времена была ближе к южной Европе, чем к северной Африке, как это имеет место быть сейчас.

Разумеется, не все земли, утратившие плодородность, деградировали именно из-за сельского хозяйства. Также очень сильно на это повлияла вырубка лесов и другие факторы.

Подводя итоги, среди основных причин, из-за которых возникает необходимость сохранения почвы, наиболее значимыми являются следующие:

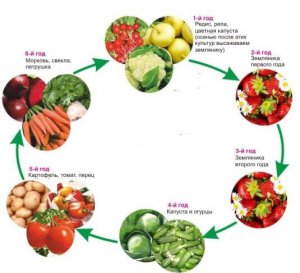
* нарушение природной структуры почвы вследствие постоянной вспашки;
* уничтожение естественной экосистемы поля и разрыв круговорота питательных веществ в ней путем изъятия урожая и применения агрохимикатов;
* водная и ветровая эрозия из-за нарушения прочности и целостности верхнего слоя почвы при вспашке;[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/degradacija-pochv.jpg)
* интенсивный выпас скота, что, по сути, является тем же самым изъятием из круговорота экосистемы значительной части биомассы;
* уничтожение лесов значительно меняет баланс всей экосистемы на этой местности, способствуя ветровой и водяной эрозии, а также опустыниванию;
* неправильное орошение может приводить к засаливанию, закислению или заболачиванию местности в зависимости от природно-климатических особенностей региона;
* нерациональное внесение минеральных удобрений и пестицидов, а также промышленное загрязнение также делают землю непригодной для использования в сельском хозяйстве.

Отдельно стоит упомянуть о тех ситуациях, когда происходит снятие и сохранение плодородного слоя почвы. Например, при крупномасштабном строительстве прилегающая к стройплощадке территория подвергается значительному урону в плане целостности и плодородности верхнего слоя грунта. Чтобы потом эту землю можно было использовать для выращивания культурных растений, перед строительством ее срезают, а по окончании строительных работ — возвращают обратно. Однако это идеальная ситуация. К сожалению, так делается далеко не всегда.

**Методы сохранения плодородных почв**

На то, чтобы сформировать 1 см гумуса (плодородного слоя почвы) в природных условиях средней полосы требуется около ста лет. Очевидно, что такие сроки для фермеров никуда не годятся, поскольку выращивать урожаи нужно сейчас, а не через тысячу лет. Поэтому первоочередной задачей становится сохранение плодородности грунта хотя бы на текущем уровне и постепенное его повышение из года в год.

Чтобы сохранение и восстановление плодородия почв представляло собой постоянный процесс, который в то же время не мешает заниматься сельскохозяйственной деятельностью, следует придерживаться известных каждому фермеру правил:

1. Меньше химии. По возможности использовать меньше ядохимикатов и синтетических удобрений. О том, что пестициды и гербициды убивают не только вредителей, но и значительную часть полезной микрофлоры и микрофауны поля, известно каждому более-менее подготовленному фермеру. Не следует злоупотреблять химией просто потому, что так сегодня принято в отрасли. Если имеется возможность заменить хотя бы часть минеральных удобрений навозом, торфом или компостом, непременно следует это сделать. Также не нужно обрабатывать посевы всеми доступными ядохимикатами просто ради профилактики. Их применение должно быть сфокусировано против конкретной проблемы, поскольку всегда нужно помнить и о неизбежном ущербе для экосистемы поля от этой химии. Выиграв чуть-чуть на борьбе с почти отсутствующими вредителями, можно здорово проиграть на потере организмов-симбионтов.
2. Строгое соблюдение правил севооборота. Много распространятся о преимуществах и пользе чередования сельхозкультур на одном участке поля нет никакой необходимости. Для тех, кого интересует сохранение почвы, севооборот обязателен. Он значительно снижает истощение почвы и предотвращает массовое размножение вредителей. За счет этого опять-таки снижается необходимость в применении агрохимии. Часто без нее можно обойтись вовсе, заменив ее натуральными аналогами.[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/shema-sevooborota.jpg)
3. Черный пар. О пользе «отдыха» для земли было хорошо известно еще нашим предкам. До появления всякой агронауки и ботаники, крестьяне знали, что если поле перестало давать богатые урожаи, нужно оставить его на несколько лет или даже десятилетий. Конечно, столетия назад не было такой проблемы, как отсутствие свободной земли. Каждый мог взять себе новый участок взамен истощенного и обрабатывать его по мере своих возможностей. Но даже сегодня можно выделить в севообороте время для черного пара ради сохранения плодородных почв. Каждый обрабатываемый участок поля должен хотя бы раз в 5-6 лет просто постоять сезон без посевов. Помимо чисто химических процессов, происходящих в «отдыхающей» земле, в ней также происходит восстановление микрофауны, значение которой для плодородности почвы очень велико.
4. Сидераты. Если достать необходимое количество натуральных удобрений не удается, их можно с успехом заменить растениями-сидератами. Когда их зеленая масса достигает максимальной величины, сидераты просто запахивают в поле как удобрения.
5. [Мульчирование](https://xn--80ajgpcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/mulchirovanie-gryadok-preimushhestva-i-nedostatki/). В промышленном сельском хозяйстве эта технология довольно трудно применима, так как требует специального оборудования и повышенных трудозатрат, но вот в условиях частного огорода или сада такой метод очень даже действенен. Мульчирование очень хорошо помогает бороться с ветровой и водяной эрозией, а также способствует сохранению влаги в почве.

**Рекультивация земель**

[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/rekultivacija.jpg)

Выше мы уже вскользь упомянули о таком способе восстановления земли, как рекультивация. Простое занятие сельскохозяйственной деятельностью редко бывает настолько разрушительным, чтобы возникла необходимость в проведении столь серьезных восстановительных мер. Обычно рекультивацию проводят на землях, сильно пострадавших от промышленной или строительной деятельности человека:

* загрязненных токсичными веществами или разнообразным мусором,
* полностью или частично утративших плодородный слой почвы,
* получивших значительные нарушения целостности рельефа (ямы, бугры).

Также рекультивации, сохранению и восстановлению почв подлежат земли, в которых была нарушена естественная циркуляция поверхностных и грунтовых вод. На них искусственно восстанавливаются естественные направления движения воды.

За очень редким исключением рекультивация осуществляется в два этапа:

1. Комплекс технических мероприятий. На этом этапе восстанавливается природный рельеф местности, или проводится его имитация. Например, отвалы и терриконы горнодобывающих предприятий, которым нельзя вернуть исходный вид ровного участка, подвергаются террасированию. На ровных же участках удаляется либо закапывается весь мусор, а также загрязненные слои почвы. В случае необходимости укладывается новый верхний слой плодородной земли, строятся дренажные или наоборот оросительные системы, укрепляются склоны холмов.[](https://сельхозпортал.рф/wp-content/uploads/2017/03/tehnicheskaja-rekultivacija.jpg)
2. Биологическая культивация. На втором этапе проводятся мероприятия, направленные непосредственно на улучшение плодородных характеристик почвы. В частности, проводится биологическая очистка, вносятся удобрения, участок засаживают многолетними травами и деревьями. Проводятся другие агротехнические мероприятия по сохранению почвы и ее восстановлению.

В России порядок проведения работ по восстановлению нарушенных земель регламентируется законодательством и уполномоченными органами государственной и местной власти. Рекультивация проводится строго на основе предварительно составленного проекта.

В зависимости от того, каковы были изначальные причины, по которым возникла необходимость в проведении восстановительных работ, использование рекультивированной земли в сельском хозяйстве становится возможным как в течение ближайших лет, так и может оказаться недопустимым в обозримой перспективе в принципе. Например, площадка, восстановленная после проведения обычных строительных работ или демонтажа здания, может быть включена в севооборот в самые кратчайшие сроки, в то время как рекультивированные территории бывших свалок и промышленных предприятий не подлежат использованию в сельском хозяйстве вообще.

ТЕМА 7 Отходы

Жизнедеятельность человека и животных, любая технологическая деятельность неизбежно приводят к образованию различных видов отходов, оказывающих то или иное воздействие на окружающую среду. Одна из задач инженерной экологии - сделать так, чтобы это воздействие было по возможности умеренным и не вызвало бы необратимые пагубные изменения в природе. Многие виды отходов представляют повышенную опасность для окружающей среды, городского и сельского населения из-за высокой токсичности. Даже их складирование или захоронение без соблюдения соответствующих предупредительных мер безопасности может привести к серьезным последствиям для природы и людей, экологическому ущербу. Особенно это относится к радиоактивным, взрывоопасным отходам, легколетучим отравляющим веществам. В то же время некоторые отходы по своему химическому составу и физическому состоянию являются безвредными, их можно закапывать, затоплять в морях и океанах. Проблемы образования и использования отходов многогранны. Отходы производства и потребления могут являться ценные видами вторичных материальных и энергетических ресурсов. Для их "добычи" нет необходимости производить специальные геологические изыскания, строить горнодобывающие предприятия, транспортировать технологическое и энергетическое сырье на большие расстояния. Вторичные материальные и энергетические ресурсы в наибольшей степени образуются как раз в крупных промышленных центрах, где имеются принципиальные возможности для их повторного применения. Радикальное решение проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных объектов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий.

Использование очистных устройств и сооружений не позволяет полностью локализовать токсичные выбросы, а применение более совершенных систем очистки всегда сопровождается экспоненциальным ростом затрат на осуществление процесса очистки даже в тех случаях, когда это технически возможно. Так например, очистка сточных вод крупного машиностроительного предприятия с эффективностью до 90% обеспечивается сравнительно легко, на каждый последующий процент дает рост затрат, взмывающий вверх по экспоненциальной кривой. Стопроцентная очистка теоретически возможна, но практически неосуществима из-за громоздкости очистных сооружений и их колоссальной стоимости. Следовательно, нужно искать альтернативное решение, а именно - внедрять малоотходную и ресурсосберегающую технологию.

В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов принята следующая формулировка безотходной технологии «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств, с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду». Под безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта (или продуктов), а принцип организации и функционирования производств, региональных промышленнопроизводственных объединений, территориально-производственных комплексов народного хозяйства в целом. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение. Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов, поскольку отходы производства—это по тем или иным причинам неиспользованная или недоиспользованная часть сырья. Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий. Для удовлетворения потребностей народного хозяйства ежегодно в расчете на душу населения в хозяйственный оборот вовлекается до 20 т природного сырья.

В промышленности 70% затрат приходится на сырье, материалы, топливо и энергию. В этой связи в условиях постоянно нарастающего дефицита природных ресурсов важную роль играет рациональное, комплексное и экономическое их использование, снижение металлоемкости и энергоемкости промышленного производства. При создании безотходных и малоотходных производств необходимо постоянно совершенствовать существующие и разрабатывать принципиально новые технологические процессы и схемы, при реализации которых существенно снижается количество образующихся отходов или они практически ликвидируются. Такое производство включает и переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия.

7.1 Классификация отходов. Класс опасности отходов.

Отходы - это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые, не являясь конечной целью производственного процесса, образовались при получении готовой продукции, или же полностью или частично утратили свои потребительские свойства. В процессе производства и потребления образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции.

Общая масса вещества, перемещаемого человеком на поверхности планеты, достигла 4 трлн. т в год. Из 120 Гт ископаемых материалов и биомассы, мобилизуемых в год мировой экономикой, только 9 Гт (7,5 %) преобразуется в материальную продукцию в процессе производства. Подавляющая часть этого количества - более 80 % - потребляется и входит в основные и оборотные материальные фонды и резервы всех отраслей мирового хозяйства, т.е. в основном возвращается в производство. Только 1,5 Гт составляет личное потребление людей, причем все больше половины этой массы относится к нетто-потреблению продуктов питания. Отходы возникают как в результате производственной деятельности, так и при потреблении. В соответствии с этим они подразделяются на отходы производства и отходы потребления. В процессе производства образуются сточные воды и их осадки, дымовые газы, тепловые выбросы и т.п. Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Проблема отходов особенно актуальна для крупных городов, в которых сосредоточены многие промышленные предприятия, предприятия сферы услуг, на сравнительно небольших площадях сконцентрированы большие массивы людей. Экологическое благополучие таких городов зависит от многих факторов. К ним, безусловно, относится загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, топочными газами котельных и тепловых станций, выбросами предприятий, а также загрязнение природных водоемов сбрасываемыми в них жидкими отходами. Отходами потребления считаются различного рода изделия, комплектующие детали и материалы, которые по тем или иным причинам не пригодны для дальнейшего использования. Эти отходы можно разделить на отходы промышленного и бытового потребления. К первым относятся, например, металлолом, вышедшее из строя оборудование, изделия технического назначения из резины, пластмасс, стекла и др. Бытовыми отходами (БО) являются пищевые отходы, изношенные изделия бытового назначения (одежда, обувь и пр.), различного рода использованные изделия (упаковки, стеклянная и другие виды тары), бытовые сточные воды и др.

Масштабы образования отходов производства и потребления весьма значительны. Например, образование отходов в России в расчете на уровень производства и потребления можно оценить примерно в 2,8 млрд. т в год. Более 90% от этого объема составляют отходы добычи и обогащения полезных ископаемых. Классификация отходов основана на систематизации их по отраслям промышленности, возможностям переработки, агрегатному состоянию, токсичности и т.д. В каждом конкретном случае характер используемой классификации соответствует рассматриваемым аспектам: складированию, очистке, переработке, захоронению отходов, предотвращению их токсичного воздействия и пр. Каждая отрасль промышленности имеет классификацию собственных отходов.

Классификация отходов возможна по разным показателям, но самым главным из них является степень опасности для человеческого здоровья. Вредными отходами, например, считаются инфекционные, токсичные и радиоактивные. Их сбор и ликвидация регламентируются специальными санитарными правилами.

Сейчас установлено 5 классов опасности отходов для окружающей природной среды:

1-й класс - чрезвычайно опасные - при воздействии данных отходов экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует;

2-й класс - высокоопасные - экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения вредного воздействия;

3-й класс - умеренно опасные - экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника;

4-й класс - малоопасные - экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет;

5-й класс - практически неопасные - экологическая система практически не нарушена.

Для примера можно привести класс опасности некоторых химических веществ, определяемый расчетным методом: - наличие в отходах ртути, сулемы, хромовокислого калия, треххлористой сурьмы, бенз(а)пирена, оксида мышьяка и других высокотоксичных веществ позволяет отнести их к первому классу опасности; - наличие в отходах хлористой меди, хлористого никеля, трехокисной сурьмы, азотнокислого свинца и других, менее токсичных веществ дает основание отнести эти отходы ко второму классу опасности; - наличие в отходах сернокислой меди, щавелевокислой меди, хлористого никеля, оксида свинца, четыреххлористого углерода и других веществ позволяет отнести их к третьему классу опасности; - наличие в отходах сернокислого марганца, фосфатов, сернокислого цинка, хлористого цинка дает основание отнести их к четвертому классу опасности.

Принадлежность к классу опасности иных по химическому составу отходов можно определить расчетным методом как по летальной дозе ЛД50, так и по ПДК для данного химического вещества в почве, пользуясь математической формулой, справочной литературой (физико-химические константы, их токсичность по ЛД50) и утвержденными Минздравом России гигиеническими нормативами для химических веществ в почве.

По состоянию различаются отходы твердые, жидкие и газообразные.

По месту возникновения отходы подразделяются на бытовые, промышленные и сельскохозяйственные.

По составу основным показателем можно считать происхождение отходов - органическое и неорганическое, а также сжигаемы отходы или нет.

Особую группу представляют собой отходы в виде энергии, называемые энергетическими (тепло, шум, радиоактивное излучение и т.п.).

Все виды промышленных и бытовых отходов делят на твердые и жидкие.

Твердые — это отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыли минерального и органического происхождения от очистных сооружении в системах очистки газовых выбросов промышленных предприятий, а также промышленный мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ (резина, бумага, ткань, песок, шлак и т. п.).

К жидким отходам относят осадки сточных вод после их обработки, а также шламы пылей минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов.

Все виды отходов производства и потребления по возможности использования можно разделить, с одной стороны, на вторичные материальные ресурсы (BMP), которые уже перерабатываются или переработка которых планируется, и, с другой стороны, на отходы, которые на данном этапе развития экономики перерабатывать нецелесообразно и которые неизбежно образуют безвозвратные потери. Отходы могут быть использованы до или после обработки.

На используемость влияет не только их качество, но и количество в данном месте, а также местные условия. Утилизируемые отходы перерабатываются на месте их образования или на других предприятиях, имеющих соответствующую технологию.

Некоторые неутилизируемые отходы в силу потери потребительских свойств в настоящее время не могут найти применения в современном производстве. Эти отходы захораниваются, если они не представляют опасности для окружающей среды.

В случае опасности с санитарно-гигиенической точки зрения отходы могут захораниваться только после предварительного обезвреживания.

В настоящее время нет единой классификации отходов крупного промышленного города или региона, в которой наиболее полно рассматривался бы ряд взаимосвязанных элементов: количественный и качественный состав отходов, применяемые и предполагаемые методы обработки, санитарно-гигиенические, экологические, а также некоторые градостроительные аспекты.

Bторичные материальные ресурсы (ВМР) удобно классифицировать по двум признакам: источнику образования и направлению использования. Для наиболее полной характеристики рассматриваемых BMP, необходимой для организации учета их образования, хранения, распределения и использования, целесообразно также группировать отходы по признакам.

С практической точки зрения, если известна конечная ступень технологии переработки и утилизации отходов, то их следует классифицировать, основываясь в первую очередь на этой технологии. Конечным этапом обезвреживания большинства неутилизируемых городских отходов (исключая особо токсичные, а также инертный строительный мусор и т.п.) в настоящее время является сжигание. При такой технологии важно сгруппировать все отходы так, чтобы они органически вливались в ту или иную технологическую цепочку, ведущую к конечной цели — термическому обезвреживанию отходов с утилизацией тепловой энергии и других полезных продуктов.

Исходя из этого нужно выделить горючие и негорючие отходы, внутри которых, в свою очередь, также есть различия в свойствах, фазовом состоянии, способах обработки и т.п.

Отдельно следует выделить такие отходы, которые могут взаимно нейтрализовать друг друга или служить, например, реагентами для обработки возникающих сточных вод.

Отходы, содержащие в себе особо полезные компоненты, например цветные металлы, должны выделяться и обрабатываться отдельно, чтобы конечный продукт не смешивался с менее ценными шламами. Необходимо определить тепловой баланс между горючими и негорючими отходами, внутреннюю потребность в тепле станции централизованного обезвреживания, необходимость в дополнительном топливе или объем и пути утилизации избыточного тепла. Это должно определять характер анкет или бланков единовременного учета отходов.

Разработана упрощенная схема классификации отходов и загрязнений по основным методам их конечной переработки — сжиганию или сушке с утилизацией тепла и учетом токсичности отходов.

***Федеральный классификационный каталог отходов***

ПринятФедеральный классификационный каталог отходов (ФККО), имеющий пять уровней классификации, расположенных по иерархическому принципу: блоки, группы, подгруппы, позиции, субпозиции. Высшим уровнем классификации являются блоки, сформированные по признаку происхождения отходов.

Таких блоков в каталоге четыре, и они обозначены следующими цифрами 1 - отходы органические природного происхождения, 3 - отходы минерального происхождения, 5 - отходы химического происхождения, 9 - отходы коммунальные (включая бытовые). Цифры 2, 4, 6, 7, 8 оставлены для обозначения резервных блоков в принятой системе кодирования. В основу выделения различных групп внутри блоков положен признак (а) - происхождение исходного сырья, подгрупп внутри групп – признак (б) - производственная (технологическая) принадлежность позиций, внутри подгрупп – признак (в) - химический состав и химические свойства, субпозиций внутри позиций – признак (г) - агрегатное состояние и другие свойства. Иерархически переход от групп к субпозициям соответствует переходу от более общего к более конкретному и более подробному описанию характеристик и свойств данного отхода. Например, субпозиция должна содержать данные об экологической опасности отхода. Принятые правила позволили ввести систему цифрового кодирования отходов с целью формализации их обозначений и удобства сбора, обработки и передачи информации о любых видах отходов. В такой системе блок обозначается кодом с одной первой значащей цифрой, например, 100000, группа, соответственно, с двумя (например, 110000), подгруппа – с тремя (например, 111000), позиция – с четырьмя (например, 111100), позиция – с пятью (например, 111110) и субпозиция – с шестью значащими цифрами (например, 111111). Вместо цифры в шестом разряде (в субпозиции) могут быть представлены буквы, соответствующие особым, специфическим (например, особо опасным) видам отходов.

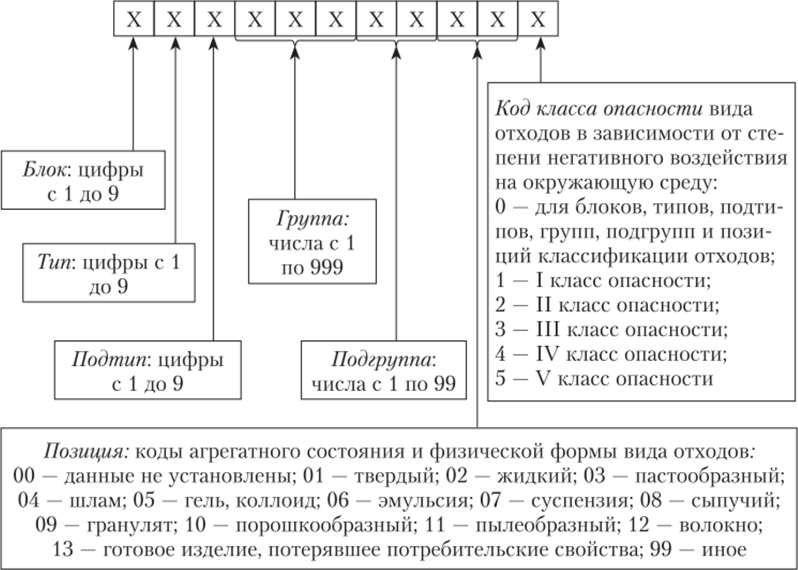


Рис. Кодирование отходов по ФККО

Учету отходов в Каталоге подлежат все виды отходов, за исключением радиоактивных и отходов, захороненных до 31 декабря 1997 года.

***Если отхода нет в ФККО***

Согласно ст. 14 ФЗ N 89 от 24.06. 98 г. все отходы должны относиться к определенному классу опасности и включаться в ФККО (федеральный классификационный каталог отходов) с присвоением 13-значного кода, последние цифры которого обозначают класс вещества. На отходы 1-4 кл. должен оформляться паспорт. Но иногда возникает ситуация, когда отхода вообще нет в каталоге. Как же быть в этом случае? Подтверждается состав отходов Для этого нужно найти в каталоге группу, куда это вещество может относиться. У групп, в отличие от конкретных веществ, на конце 13-значного кода стоит цифра 0. Оценить, к каким веществам наиболее близок ваш отход, можно, проанализировав информацию банка данных отходов (БДО), находящегося на сайте Росприроднадзора. В этом документе можно посмотреть состав веществ, технологию их образования, исходное сырье, агрегатное состояние и другие характеристики. После этого нужно подтвердить состав определяемого вещества на основании ТУ, регламентов, проектной документации и различных стандартов. В специальной лаборатории, имеющей аккредитацию, нужно будет сделать анализ на количественный состав отхода, который планируется внести в ФККО.

Схожесть составов и происхождения с другими веществами, входящими в выбранную группу, подтверждается следующими критериями: одинаковым исходным сырьем и схожими техпроцессами, в результате которых образуется отход. Для этого потребуются документы, подтверждающие тип вещества, исходного сырья и описание технологических процессов, в результате которых образуются отходы; схожестью по химическому составу, подтверждённой анализами, выданными лабораторией. В заключении, кроме состава, должно быть указано одинаковое агрегатное состояние отходов (твердые, жидкие).

***Как рассчитать степень негативного влияния выбранного вещества на окружающую среду***

Для этого рассчитывается отношение концентрации веществ, входящих в состав отхода, к коэффициенту опасности. Расчет ведется по формуле: Ki = Ci/W, где Ki – степень опасности неопределённого отхода; Ci – концентрация компонента в материале; Wi – коэффициент опасности согласно Пр. № 536 Минприроды от 04.12.2014.

Как правило, отходы не содержат одно вещество, поэтому расчёты нужно будет повторить для каждого компонента. В этом случае степень опасности суммируется: Ki = K1 + K2 + … + Kn Согласно получившимся данным определяем по Пр. № 536 степень опасности вещества (1-5 кл).

***Биологическое тестирование***

Для подтверждения принадлежности вещества к 5 классу опасности, не наносящему ущерба окружающей среде, проводится биологическое тестирование в специализированной аккредитованной лаборатории. Предоставленные образцы тестируют на различных биологических объектах – простейших, водорослях, беспозвоночных организмах. Кроме этого, определяется 19 основных веществ, входящих в состав образца. По результатам тестирования составляется протокол, относящий отход к пятому классу опасности. В этом случае паспорт оформлять не нужно. При проверке Росприроднадзора нужно будет только предъявить протокол биотестирования, выданный лабораторией.

Все работы, связанные с ведением Каталога, осуществляются уполномоченными на то организациями за счет и в пределах выделяемых им средств федерального и региональных бюджетов.

***Твердые коммунальные отходы (ТКО)***

Согласно ст. 1 ФЗ №89 твердыми коммунальными отходами называются отходы, которые образуются в жилых помещениях в результате потребления человека, а также мусор, образовавшийся в офисах и на предприятиях процессе жизнедеятельности их сотрудников.

В отличие от ТКО, твердые бытовые отходы (ТБО) образовываются только в домашних условиях:

приготовления еды

уборки дома

мелких ремонтных работ

вынос испорченной мебели и пр.

Таким образом, изначально понятие ТКО более широкое, чем ТБО, так как объединяет в себе тот мусор, который граждане ежедневно выносят из дома, а также подобные отходы юридических лиц (предприятий, организаций и т. д.).

В соответствии с приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 №242, твердым коммунальным отходам дан код 7 30 000 00 00 0.

К данной группе относятся:

Мусор из жилых помещений.

Отходы от уборки территории городских и сельских поселений, относящиеся к ТКО.

Растительный мусор, полученный в результате уборки цветника, газона и пр. в населенном пункте.

Отходы от офисных и бытовых помещений предприятий, организаций.

Мусор и смет от уборки железнодорожных, автомобильных вокзалов; аэропортов, терминалов; портов; станций метро; любого общественного транспорта.

Отходы при предоставлении услуг оптовой и розничной торговли, относящиеся к твердым коммунальным отходам.

Мусор, образованный в местах временного проживания (гостиницы); помещениях, в которых предоставляются социальные услуги (почта, больница и т.д.).

Отходы, полученные в результате предоставления услуг в сферах: развлечения, образования, ухода за внешним видом и пр. Кодирование ТКО по ФККО представлено на рис.

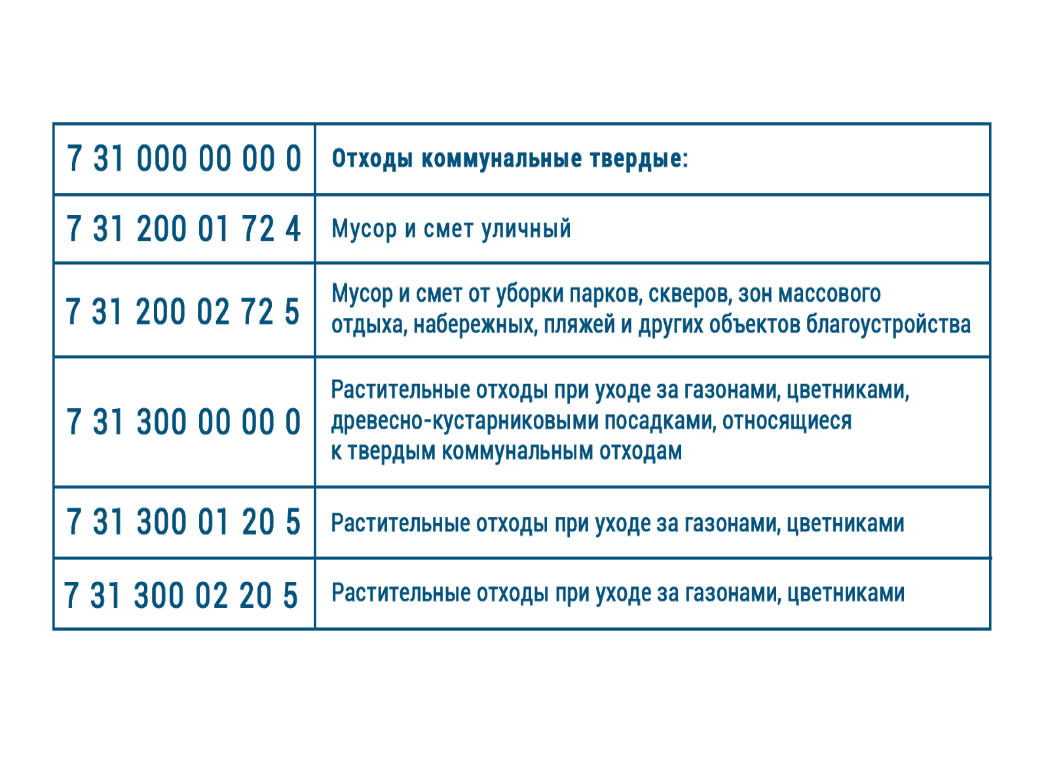


Рис. Кодирование ТКО по ФККО

7.2 Утилизация и переработка отходов. Свалки и полигоны. Плата за размещение отходов.

7.2.1 Утилизация и переработка отходов.

Переработка отходов — технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Утилизация отходов более широкое понятие, чем переработка, так как включает все виды их использования, в том числе в качестве топлива для получения тепла и энергии, а также для полива земель в сельском хозяйстве, закладки выработанного горного пространства и т.д.

Рекуперация отходов (от лат. recuperatio – получение обратно) – технологический процесс обработки отходов с целью повторного использования их компонентов, как правило, в том же технологическом процессе, где произошло образование отходов.

Регенерация отходов – использование полезных компонентов, заключенных в отходах, для новых технологических циклов (обычно другого типа).

Рециклинг – процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза. Возможны два варианта рециклинга: 1) повторное использование отходов по тому же назначению, например, стеклянных бутылок после их соответствующей обработки; 2) возврат отходов после их соответствующей обработки в производственный цикл, например, жестяных банок – в производство стали, макулатуры – в производство бумаги и картона.

Обезвреживание отходов — технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество или группа веществ превращаются в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения.

Основными направлениями ликвидации и переработки твердых промышленных отходов (кроме металлоотходов) являются вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории промышленного предприятия до появления новой технологии переработки их в полезные продукты (сырье).

Методы и способы переработки ТКО

И логично, что без применения инновационных способов мусоропереработки, существует большая вероятность превращения планеты в одну громадную свалку. И неудивительно, что ученые постоянно придумывают и внедряют на практике новые способы переработки ТКО. Какие же методики применяются сегодня?

1. Захоронение отходов на полигонах. Сюда относятся:

Сортировка мусора

Земляная засыпка

2. Естественные методы разложения ТКО. Сюда относятся:

Компостирование аэробное и анаэробное

3. Термическая переработка ТКО. Сюда относятся:

Сжигание

Низкотемпературный пиролиз,

Высокотемпературный пиролиз (плазменная переработка)

*Захоронение ТКО*

Захоронение на полигонах сегодня является наиболее распространенным в мире способом утилизации отходов. Данный метод применяется к несгораемым отходам и к таким отходам, которые в процессе горения выделяют токсичные вещества.

Полигон отходов (ТКО) не является обычной свалкой. Современные полигоны для утилизации— это сложные инженерные сооружения, оснащенные системами борьбы с загрязнениями подземных вод и атмосферного воздуха. Некоторые полигоны умеют перерабатывать газ, образующийся в процессе гниения отходов газ в электроэнергию и тепло. К сожалению, сегодня это в большей степени относится к европейским странам, поскольку в России очень малый процент полигонов соответствует данным характеристикам.

Главный минус традиционного захоронения отходов заключается в том, что даже при использовании многочисленных систем очистки и фильтров этот вид утилизации не дает возможности полностью избавиться от таких негативных эффектов разложения отходов как гниение и ферментация, которые загрязняют воздух и воду. Поэтому, хотя относительно других способов утилизации, захоронение ТБО стоит достаточно дешево, экологи рекомендуют перерабатывать отходы, сводя к минимуму тем самым риски загрязнения окружающей среды.

*Компостирование ТКО*

Компостирование представляет собой технологию переработки отходов, которая основана на их естественном биоразложении. По этой причине компостирование широко применяется для переработки отходов имеющих органическое происхождение. Сегодня существуют технологии компостирования как пищевых отходов, так и неразделенного потока ТКО.

В нашей стране компостирование не получило достаточно широкого распространения, и обычно оно применяется населением в индивидуальных домах либо на садовых участках. Однако процесс компостирования также может быть централизован и осуществляться на специальных площадках, представляющих собой завод по переработке (ТКО) мусора органического происхождения. Конечным продуктом данного процесса является компост, которому можно найти различные применения в сельском хозяйстве.

*Термическая переработка ТКО*

Поскольку бытовые отходы содержат достаточно высокий процент органической фракции, для переработки ТКО довольно часто применяют термические методы. Термическая переработка мусора (ТКО) представляет собой совокупность процессов теплового воздействия на отходы, необходимых для уменьшения их объема и массы, обезвреживания, и получения энергоносителей и инертных материалов (с возможностью утилизации).

Важными преимуществами современных методов термической переработки являются: эффективное обезвреживание отходов (полное уничтожение патогенной микрофлоры); снижение объема отходов до 10 раз; использование энергетического потенциала органических отходов.

Из всего многообразия, которым могут похвастаться методы переработки ТКО, наиболее распространено сжигание. Основными преимуществами сжигания являются:

высокий уровень апробированности технологий

серийно выпускаемое оборудование.

продолжительный гарантийный срок эксплуатации

высокий уровень автоматизации.

Основной тенденция развития мусоросжигания является переход от прямого сжигания отходов к оптимизированному сжиганию полученной из ТКО топливной фракции и плавный переход от сжигания как процесса ликвидации мусору к сжиганию как процессу, который обеспечивает дополнительное получение электрической и тепловой энергии. И наиболее перспективно сегодня применение плазменных технологий, благодаря которым обеспечивается температура выше, чем температуры плавления шлака, что дает возможность получить на выходе безвредный остеклованный продукт и полезную энергию.

*Плазменная переработка ТКО*

Плазменная переработка мусора (ТКО), по существу, представляет собой не что иное как процедуру газификации мусора. Технологическая схема данного способа предполагает собой получение из биологической составляющей отходов газа с целью применения его для получения пара и электроэнергии. Составной частью процесса плазменной переработки являются твердые продукты в виде непиролизуемых остатков или шлака.

Явным преимуществом высокотемпературного пиролиза является то, что данная методика дает возможность экологически чисто и относительно просто с технической стороны перерабатывать и уничтожать самые различные бытовые отходы без необходимости их предварительной подготовки, т.е. сушки, сортировки и т.д. И само собой, использование данной методики сегодня более выгодно с экономической точки зрения, чем применение других, более устаревших методик.

К тому же, при использовании данной технологии получаемый на выходе шлак является совершенно безопасным продуктом, и он может быть использован впоследствии для самых различных целей.

7.2.2 Свалки и полигоны.

Переработка отходов на полигонах предусматривает использование физико-химических методов; термическое обезвреживание с утилизацией теплоты, демеркуризацию ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов, прокаливание песка и формовочной земли, подрыв баллонов в специальной камере, затаривание отходов в герметичные контейнеры и их захоронение.

Полигоны — это охраняемая территория, оснащенная специальными постройками, которые предназначены для проведения мероприятий по сбору и утилизации мусора.

Для свалки выбирают открытые территории, удаленные от мест проживания людей. Рядом не должно быть водоемов. На площади 3 км создают санитарно-защитную зону. Расстояние между захороненным мусором и грунтовыми водами должно составлять не менее 2 метров.

На полигонах используется наземный и подземный способ захоронения. Для наземного хранения подходит мусор с минимальным содержанием вредных веществ. Для подземного захоронения используют специально оборудованные шахты или скважины. Туда помещают радиоактивные и опасные отходы.

Во многих странах отказываются от полигонов, так как такой способ утилизации мусора наносит ущерб экологии и здоровью человека.



В представлении большинства людей полигон ТБО – это самая обычная свалка с огромным количеством мусора, который гниет под открытым небом и отравляет все живое вокруг. Однако на самом деле такой объект представляет собой сложное сооружение, предназначенное не только для хранения, но и для безопасной утилизации различных видов отходов.

Можно даже сказать, что полигон ТБО – это целый комплекс для обеззараживания, складирования и переработки мусора. Каждое такое сооружение обязано отвечать основным требованиям:

1. Отходы должны храниться в изоляции, чтобы обеспечить полную санитарно-эпидемиологическую безопасность.
2. Конструкция должна учитывать все процессы, происходящие с мусором во время хранения (скорость и объемы выделения газов, увеличения количества отходов, уплотнение их специальной техникой и тд.), обеспечивая статическую устойчивость [ТБО](https://vtorothody.ru/othody/chto-takoe-tbo.html).
3. Предусматривается возможность дальнейшего использования (рекультивации) участка земли, на котором расположен полигон.

Интересно, что практически во всех странах отсутствуют типовые проекты полигонов твердых бытовых отходов. Это связано с тем, что каждый из них строится с учетом множества особенностей ландшафта, которые могут существенно различаться.

***Требования к устройству полигонов для мусора***

Чтобы открыть полигон для хранения отходов, необходимо выполнить множество условий, которые диктуют СНиП, СанПиН и прочие законы и подзаконные акты, касающиеся охраны окружающей среды и градостроительства.

Например, полигон должен быть размещен в отдалении от жилой застройки и иметь собственную санитарно-защитную зону. Существует целый список объектов, на территории которых и в непосредственной близости не допускается складирование мусора: места загородного отдыха людей, I-III пояса зон санитарной охраны водных источников, рекреационные и водоохранные зоны, территории ЛПУ и т.д.

Лучшим основанием для размещения больших объемов мусора является почва с высоким содержанием плотной глины и тяжелых суглинков. Либо необходимо произвести отсыпку водонепроницаемого слоя грунта, чтобы обеспечить гидроизоляцию полигона.



Рис. Устройство подложки – основы для будущего полигона

Согласно требованиям СанПиН, территория объекта должна быть обнесена ограждением высотой не менее 1,8 метра. Вся площадь, где складируется мусор, разбивается на отдельные участки, каждый из которых эксплуатируется в течение определенного времени (до 7 лет).

При въезде на объект предусматривается контрольно-дезинфицирующая зона в виде железобетонной ванны, наполненной раствором для очистки колес мусоровозов. А на самой территории полигона отходов обязателен монтаж системы пожаротушения, так как возгорания мусора наносят огромный ущерб окружающей среде, и потушить загоревшийся многослойный мусорный «пирог» обычно очень сложно.

***Как устроен полигон для хранения ТБО***

Средняя площадь полигона может составлять от 50 до 300 гектаров. На них обязательно размещаются:

Участок складирования отходов.

Хозяйственная зона.

Инженерные сооружения, обеспечивающие деятельность полигона, в том числе линии электропередач и подъездные дороги.

Также на мусорном полигоне часто располагаются линии по сортировке и переработке отходов, лаборатории для экспресс-анализов и другие подобные сооружения, которые не считаются обязательными, но позволяют извлечь прибыль из утилизации ТБО и предупредить негативное влияние на экологию.

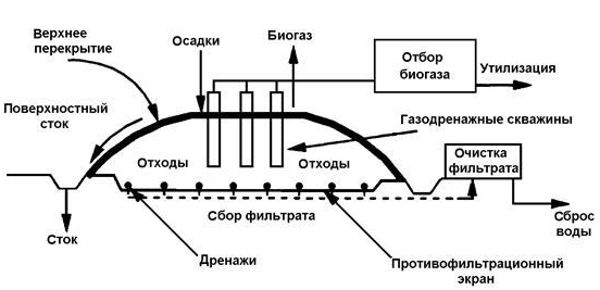


Рис. Устройство современного полигона

***Правила приема отходов***

Работа любого полигона ТБО регламентируется также внутренними инструкциями, среди которых – правила приема мусора для складирования и хранения. Дело в том, что обычный полигон бытовых отходов не имеет права принимать опасный мусор, например ртутные лампы, медотходы, радиоактивные материалы, промышленный мусор и так далее.

Если объект работает в соответствии со всеми правилами и нормами, то «запрещенный» мусор обнаруживается еще на этапе разгрузки, и в этом случае работники могут отказаться принять опасный груз.

Прием мусора на хранение осуществляется по договору, который заключается с предприятием, ответственным за сбор и вывоз отходов. Как правило, фирма-заказчик получает специальные талоны на разные виды мусора, а каждый водитель мусоровоза после взвешивания привезенного груза подписывает акт сдачи отходов.

В качестве дополнительных сооружений полигоны могут включать лаборатории, пункты сортировки отходов. Сортировка и продажа части поступающего сырья для вторичной переработки – дополнительная деятельность, которая связана с возможным извлечением прибыли.



Рис. Сортировка ТКО

***Что происходит с мусором на полигоне***

Как правило, все поступающие отходы проходят две первичные процедуры: сортировку и прессование

На современных полигонах мусор сначала поступает на сортировку: часть отходов передается на вторичную переработку, а опасные отходы попадают на дальнейшее обезвреживание. Оставшаяся часть (хвосты) идут на захоронение на полигон ТКО. Там мусор трамбуют. Утрамбовка мусора необходима для рационального заполнения пространства свалки. Отходы прессуются под действием бульдозеров или стационарных прессов.

Мусор накапливается на активном участке до тех пор, пока не будет достигнута максимальная заполненность или срок эксплуатации составит 7 лет. После этого проводятся процедуры по закрытию участка и всего полигона, после чего следует уже рекультивация полигона.

***Процесс приема отходов***

На этапе приемки отходов проводится документальная и физическая работа, включающая следующие действия:

* оформление актов приема-передачи;
* взвешивание и измерение объема поступившего мусора;
* сортировка для исключения несогласованных видов отходов.

Все поступления мусора осуществляются на основании договора с полигоном.

***Особенности полигона промышленных отходов***

Малоопасный промышленный мусор (отходы лесопиления, бумажные и картонные остатки, песок, стройматериалы и т.п.) может быть утилизирован и на обычном полигоне ТБО, если такая возможность изначально была предусмотрена при проектировании объекта. Но что касается особо опасных отходов производства, то для них организуют специальные места хранения, которые могут сильно отличаться от стандартных.

Например, полигон промышленных отходов обычно имеет собственный цех, в котором происходит обеззараживание опасного мусора. Такая обработка позволяет снизить негативное влияние на экологию, а также уменьшить объем отходов там, где это возможно.

Также подобный полигон оборудован усиленными системами сбора стоков, фильтрата и специальной, более надежной подкладкой (основой), которая предотвращает попадание опасных веществ в почву и грунтовые воды. Прочие элементы, используемые для обеспечения безопасности, зависят от вида отходов, который будет складирован на конкретно этом полигоне.

Если речь идет о радиоактивном промышленном мусоре, то для него необходимо построить защищенный бункер, если о ядовитых жидкостях – то они обычно хранятся в специальных бочках, и тд.



***Фильтрат полигонов ТКО***

Образование фильтрата – неизбежный процесс, который происходит при длительном хранении любого вида отходов. Вода из атмосферы (обычные дождь или снег), проходя через толщу отходов, «обогащается» множеством разнообразных веществ, и превращается в сложную по химическому составу жидкость с неприятным запахом.

Эта жидкость является чрезвычайно опасной для окружающей среды. Попадая в грунтовые воды или природные водоемы, фильтрат способен отравить все живое на много километров вокруг. Поэтому сбор и очистка фильтрата является необходимым условием для работы любой крупной свалки отходов, а затраты на данные работы обязательно включаются в смету на содержание полигона еще на этапе его проектирования. Объем фильтрата на полигоне может составлять до 50% от массы всех складируемых отходов.

Количество дренажных вод сильно колеблется в зависимости от времени года и количества атмосферных осадков, но больше всего фильтрата обычно выделяется осенью.



Для обезвреживания дренажных вод применяется множество разнообразных технологий:

* механическая фильтрация;
* отстаивание;
* биохимическая очистка с использованием специальных добавок;
* физико-химические (комплексные) методы;
* выпаривание;
* обработка лазерным излучением;
* электродиализ и тд.

Выбор метода для очистки фильтрата зависит от финансовых возможностей организации, которая обслуживает объект, но данные меры являются обязательными, согласно СанПиН и инструкциям по эксплуатации полигонов мусора.

***Рекультивация полигона/свалки ТКО***

Проект рекультивации разрабатывается еще на этапе создания полигона и входит в пакет документов, которые необходимо предоставить для получения лицензии на объект. Дело в том, что любой полигон имеет ограниченный срок эксплуатации, после которого его необходимо будет закрыть. Также не бесконечным является и количество мусора, которое можно принимать на хранение. Так что рекультивация – закономерный финал работы любого полигона ТКО в нашей стране.

*Этапы рекультивации полигона, свалки ТКО*

Для возвращения полигона ТКО в хозяйственное пользование используются методы рекультивации. Состав полигона отходов анализируется для выбора наиболее безопасного способа преобразования земли. Работы состоят из двух частей: технической и биологической.



Рис. Технический этап рекультивирования полигона

По результатам рекультивации полигон покрывается дополнительными изолирующими и плодородными слоями, позволяющими использовать землю для хозяйственных нужд спустя 1-3 года с момента окончания мероприятий.



Рис. Биологический этап рекультивации полигонов

*Вакуумирование полигона/ свалки*

С занимаемой площади полигона извлекается свалочный газ (сингаз) – опасные испарения, образуемые из-за неоднородного состава хранимого мусора. Вывод сингаза возможен при работе системы газоотвода, по которому газ поступает в специальные камеры. Трубы закладываются изначально при строительстве свалки или проводятся при ее закрытии. В камерах свалочный газ очищается от примесей, а затем сжигается.

Контролируемое сжигание позволяет избежать непредвиденных взрывов или пожаров, которые могут возникнуть на полигоне.

Сингаз не годится для производства топлива. Чтобы получить хозяйственную пользу свалочный газ перерабатывают в скрубберах. Скруббер – это аппарат, созданный для очистки свалочного газа. Очистка газа здесь осуществляется при помощи подачи воды. Промывка – одна из оптимальных очистных операций в виду своей относительной дешевизны. После промывки сингаз можно использовать в процессах генерации тепловой энергии методом прямого сжигания, а также как топливная смесь для различных двигателей и турбинных агрегатов для получения электрической энергии и тепла.

Однако данное мероприятие не является наиболее оптимальным, поскольку присутствующий в данной смеси метан практически не используется. При соответствующей обработке или обогащении газов свалочных можно получит метан для хозяйственных нужд.



Рис. Очистка сингаза

Под термином обогащения сингаза понимается доведение метана в нем до концентрации 95%. Производится обогащение в специализированном оборудовании, после чего газ можно использовать даже в городских газовых сетях бытового назначения. Непрофессиональное проведение строительства полигона ТБО и его последующей рекультивации может привести к потере топливных ресурсов и локальной экологической катастрофе.

*Варианты использования земель закрытых полигонов*

Рекультивированная территория может использоваться для лесопосадки, сельского хозяйства, в качестве рекреационной зоны, как объект водного хозяйства при затоплении. Применение определенного способа использования зависит от удаленности от населенных пунктов и развития выбранных отраслей хозяйства. Возвращенная в пользование территория может быть засажена под пашню или лес, обработана под пастбище, использована для разведения рыб, преобразована в парковую зону.



Рис. Рекультивированая свалка – парк Долина Джоанн, Барселона, Испания

Стеклянный пляж в Калифорнии (США) стоит среди традиционных проектов особняком. Это чуть ли не единственная в мире свалка, на которой люди пытаются сохранить мусор. В середине ХХ века, когда начался частичный разбор захламленной территории, стекло решили оставить — море разбило его на осколки и сгладило в круглые прозрачные камни. «Обработанные» куски стекла настолько эффектны, что часто продаются как украшения.



Здесь природа сама создала из свалки удивительный ландшафт, привлекающий туристов, людям остается только поддерживать его. Городской совет уже пытался понять, как предотвратить естественное истощение количества стекла и можно ли уберечь его от туристов, которые растаскивают осколки на память. Пока судьба уникального места остается неопределенной. Предстоит понять, из каких источников финансировать его сохранение и развитие. А кроме того, пока экологический надзор не принял решение о том, стоит ли сохранять в нетронутом виде свалку, ставшую достопримечательностью. Такого ведь в их практике никогда еще не было.

**7.2.3 Плата за размещение отходов**

Статьей 1 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (далее закон № 89-ФЗ) определены следующие понятия:  
- размещение отходов — хранение и захоронение отходов;  
- оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами — индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, осуществляющие деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению твердых коммунальных отходов;  
- региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами — оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами — юридическое лицо, которое обязано заключить договор на оказание услуг по обращению с твердыми коммунальными отходами с собственником твердых коммунальных отходов, которые образуются и места сбора которых находятся в зоне деятельности регионального оператора;  
- твердые коммунальные отходы — отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд (далее ТКО). К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами.

*Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов являются региональные операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, осуществляющие деятельность по их размещению.*

***Плата за НВОС***

В соответствии со ст. 16. Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ  
«Об охране окружающей среды» (в ред. Федерального закона от 29.12.2015 г. № 404-ФЗ) плату за негативное воздействие на окружающую среду обязаны вносить юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие на территории Российской Федерации, континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации хозяйственную и (или) иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду (далее лица, обязанные вносить плату), за исключением юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность исключительно на объектах IV категории.  
Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается за следующие его виды:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (далее выбросы загрязняющих веществ);   
- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты (далее сбросы загрязняющих веществ);

- хранение, захоронение отходов производства и потребления (размещение отходов).

*Кто платит за отходы?*

Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов, за исключением твердых коммунальных отходов, являются юридические лица и индивидуальные предприниматели, при осуществлении которыми хозяйственной и (или) иной деятельности образовались отходы. Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов являются региональные операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, осуществляющие деятельность по их размещению.  
В силу подпункта «б» п. 4 ст. 9 Федерального закона от 31.12.2017 г. № 503-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»  плата за негативное воздействие на окружающую среду при размещении ТКО за 2016  и 2017 гг. не исчисляется и не взимается.  
Таким образом, обязанность по исчислению платы за размещение ТКО у операторов по обращению с ТКО возникнет с 01.01.2019 г. за 2018 г., и плата должна быть внесена не позднее 10.03.2019 г.

*Виды отходов*

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, утвержденному приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов», к ТКО относятся все виды отходов подтипа отходов «Отходы коммунальные твердые» (код 7 31 000 00 000), а также другие отходы типа отходов «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» (код 7 30 000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО.

Остальные отходы не относятся к ТКО, и за их размещение плата осуществляется индивидуальными предпринимателями, юридическими лицами, в процессе осуществления которыми хозяйственной и (или) иной деятельности образуются эти отходы.

*Отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (далее объекты НВОС), к объектам I, II, III и IV категорий осуществляется юридическим лицом самостоятельно, но необходимо руководствоваться постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 г. № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».*

*Порядок учета*

Порядок учета в области обращения с отходами утвержден приказом Минприроды России от 01.09.2011 г. № 721, которым установлены требования к ведению юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями учета образовавшихся, использованных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, размещенных отходах.  
Согласно утвержденному порядку учет образованных, переданных специализированным организациям и принятых отходов ведется в разрезе видов отходов, их количеств, а также целей передачи и приема.   
Кроме того, ст. 13.4 закона № 89-ФЗ установлено, что накопление отходов может осуществляться путем их раздельного складирования по видам отходов, группам отходов, группам однородных отходов (раздельное накопление).  
Таким образом, необходимо обеспечить прием-передачу отходов от образователей отходов, организациям, осуществляющим их транспортирование и размещение по видам принятых отходов.   
В этом случае образователи отходов и операторы по обращению с ТКО будут иметь четкие данные — за какое количество и виды отходов (классы опасности) вносить плату за их размещение.   


*Договор с оператором*

Согласно закону № 89-ФЗ транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание, захоронение ТКО обеспечиваются региональными операторами в соответствии с Правилами обращения с твердыми коммунальными отходами, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 12.11.2016 г. № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2008 г. № 641», региональной программой и территориальной схемой.  
Согласно положениям ст. 24.7 закона № 89-ФЗ все собственники ТКО обязаны заключить договор на оказание услуг по обращению с ТКО с региональным оператором, в зоне деятельности которого образуются ТКО и находятся места их сбора, оплачивают услуги регионального оператора по цене, определенной в пределах утвержденного в установленном порядке единого тарифа на услугу регионального оператора.

Юридические лица, в результате деятельности которых образуются ТКО, имеют право отказаться от заключения договора с региональным оператором в случае наличия в их собственности или на ином законном основании объекта размещения отходов, расположенного в границах земельного участка, на территории которого образуются такие ТКО, или на смежном земельном участке по отношению к земельному участку, на территории которого образуются такие ТКО (ст. 24.7 закона № 89-ФЗ).  
Ч. 9 ст. 23 закона № 89-ФЗ установлено, что расходы на плату за негативное воздействие на окружающую среду при размещении ТКО учитываются при установлении тарифов для оператора по обращению с ТКО, регионального оператора в порядке, установленном основами ценообразования в сфере обращения с ТКО.

*Запрет на захоронение*

Необходимо отметить, что в соответствии с п. 8 ст. 12 закона № 89-ФЗ захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации, запрещается.  
Перечень видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается, утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 25.07.2017 г. № 1589-р.  
С 2018 г. введен запрет на захоронение видов отходов, относящихся к типу ФККО «Отходы оборудования и прочей продукции, подлежащей особому контролю» (4 70 000 00 00 0).

С 2019 г. вводится запрет на захоронение видов отходов, входящих в подтипы ФККО «Бумага и изделия из бумаги, утратившие потребительские свойства» (4 05 000 00 00 0), «Отходы продукции из пластмасс, не содержащих галогены, незагрязненные» (4 34 000 00 00 0), «Отходы стекла и изделий из стекла» (4 51 000 00 00 0), виды отходов, отнесенные к группе девятого блока ФККО «Отходы шин, покрышек, камер автомобильных» (9  21 100 00 00 0).  
Данный механизм регулирования обращения с отходами направлен на стимулирование отрасли утилизации отходов, развитие которой является в целом приоритетным направлением государственной политики в области обращения с отходами в соответствии со ст. 3 закона № 89-ФЗ.

7.3 Порядок обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации. «Мусорная реформа».

Главный законодательный акт, регламентирующий основы «мусорной реформы» - Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ. Он устанавливает правила учета, нормирования отчетности и разграничение действий при вывозе отходов. С 2019 года начали действовать изменения, внесенные в ФЗ №89.

Вывоз мусора теперь не жилищная, а коммунальная услуга. Граждане заметили это в своих квитанциях: пункт убирается из числа услуг по содержанию и ремонту жилья и выводится в отдельную строчку. Если раньше тарифы за вывоз мусора устанавливали ТСЖ или управляющие компании, то теперь эта функция выведена из их зоны ответственности и находится в ведении государства.

Вместе с новым законом вводится понятие твердых коммунальных отходов (ТКО). В отличие от бытовых коммунальные отходы включают только тот мусор, который образуется в результате удовлетворения жилых нужд. Сюда не относится, например, мусор с дворовых площадок. Оплачивать граждане обязаны только ликвидацию ТКО.

За ликвидацию отходов отвечают не муниципалитеты, а региональные операторы. Каждый из них обслуживает один или несколько установленных участков – кластеров. Границы кластеров определяются территориальной схемой.

Большинство региональных операторов выбрано в 2018 году на конкурсной основе сроком на 10 лет и более. Однако их могут лишить права на осуществление деятельности при ненадлежащем исполнении предписанных обязанностей.

Ответственность регионального оператора наступает с момента перегрузки ТКО из контейнеров или бункеров-накопителей. Весь мусор, который просыпался во время этого процесса, тоже убирается работниками регионального оператора. Грязь возле контейнеров, появившаяся из-за того, что мусор вывозится несвоевременно, - опять же вина оператора. А вот за текущее состояние контейнерных площадок и их ненадлежащий вид по остальным причинам ответственность несут органы местного самоуправления, управляющая компания, владелец земельного участка, на котором расположена мусорная площадка.

Платить за уборку и утилизацию отходов должны собственники квартир и частных домов, а также юридические лица и индивидуальные предприниматели. Если раньше жители частных домов или владельцы дачных домиков могли по желанию заключать договор на вывоз мусора, то после вступления ФЗ №89 в силу такое соглашение подписывают все, кто производит мусор (ст. 24.7 ФЗ «Об отходах производства и потребления»). Многие операторы выбрали форму договора-оферты: он заключается автоматически, когда гражданин производит первую оплату по новой квитанции.

Предполагается, что изменения в сфере вывоза и переработки отходов повлияют на борьбу с незаконными свалками. Региональный оператор будет искать виновников таких стихийных скоплений мусора. Счет за устранение предъявят организатору стихийной свалки или собственнику, в чьем ведении находится земельный участок.

Еще одна важная идея ФЗ №89 – переход на раздельный сбор мусора. Еще в 2017 году в Закон об отходах были внесены изменения о необходимости разделять мусор на пищевой и токсичный.

***Как изменится порядок обращения с ТКО***

Перед тем как мусор попадет в пункт утилизации, он должен быть разобран в сортировочных комплексах. Из него выделят все полезные фракции (пластик, бумага, стекло) и отправят на вторичную переработку. Поэтому население будут всячески стимулировать к раздельному сбору мусора, чтобы сортировка происходила легче. Собранный в разные контейнеры мусор все равно в дальнейшем подвергнется более тщательному разбору. Вывозить распределенные по категориям отходы должны специальные машины, чтобы не произошло смешивания.

Пищевые отходы повезут на полигон, все остальные - на сортировочный комплекс.

Переход на раздельный сбор мусора будет постепенным. Первыми его опробуют те регионы, где уже существуют условия для этого.

Раньше мусор чаще всего просто вывозили на свалки, теперь его должны переработать, а затем утилизировать. Для этого планируется построить современные полигоны и мусороперерабатывающие заводы. Все этапы должны осуществлять региональные операторы, тогда как раньше вывозом занимались одни компании, а утилизацией – другие.

Все мусорные потоки указываются в территориальной схеме обращения с отходами.

*Как платить и сколько? Тарифы для физических лиц*

Стоимость услуги по вывозу мусора региональными операторами зависит от двух параметров – норматива накопления ТКО на человека и тарифа. Формула расчета окончательной цены в квитанции выглядит следующим образом: Цена = норматив \* тариф \* количество жильцов.

В установлении размеров нормативов региональный оператор участия не принимает – эта функция находится в ведении региональных или муниципальных властей.

Тарифы устанавливаются властями субъектов РФ и регулируются несколькими составляющими: расстоянием до места сортировки и утилизации (чем оно больше, тем выше топливный расход транспорта, который вывозит мусор); ценой на топливо в конкретной местности. Из этого следует, что даже в одном регионе тарифы могут быть разными.

Повлиять на тариф могут даже климатические условия: в более сложных услуга будет стоить выше.

Стоимость специальных контейнеров для раздельного сбора мусора тоже входит в тариф. Строительство мусороперерабатывающих заводов и других объектов инфраструктуры для вывоза и переработки отходов в тарифы не закладывается.

Индексироваться тарифы на вывоз мусора будут дважды в год – в январе и июле, как и в ситуации с другими коммунальными услугами (отоплением, водой и светом). В каждом регионе тарифные значения свои. Разница в них иногда отличается в разы.

Оплата вычисляется в основном из расчета на человека. В некоторых регионах приняли 2 формы расчетов – с человека (для частных домов) или по квадратным метрам (для многоквартирных домов). Такая система действует, например, в Нижегородской области. Если в квартире никто не прописан, то оплата будет считаться исходя из количества собственников. Есть категории граждан, кому положены льготные тарифы. Реестр льготников формируется через управление социальной защиты населения, куда нужно представить необходимые документы.

***Расширенная ответственность производителя (РОП) и экологический сбор***

Расширенная ответственность производителя (РОП) — это законодательный инструмент, обязывающий производителя обеспечить утилизацию упаковки и товаров в упаковке после после утраты ими потребительских свойств, то есть после того, как товары или упаковка стали отходами. Субъектом РОП является производитель и импортер товаров, подлежащих утилизации согласно Распоряжению Правительства РФ от 28.12.2017 № 2970-р «Об утверждении перечня товаров, упаковки товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств».

В России разработана и утверждена Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки, в рамках реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 15 января 2020 г. и Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года".

**Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки от 28 декабря 2020 г. N 12888п-П11**

**Утверждаю**

**Заместитель**

**Председателя Правительства**

**Российской Федерации**

**В.Абрамченко**

**28 декабря 2020 г. N 12888п-П11**

I. Общие положения

Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки разработана в рамках реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 15 января 2020 г. и Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года".

Под расширенной ответственностью производителей и импортеров товаров и упаковки (далее - расширенная ответственность производителей) понимается механизм экономического регулирования, согласно которому производители и импортеры товаров обязаны обеспечить их утилизацию после использования и утраты потребительских свойств.

Настоящая Концепция определяет основные подходы к трансформации государственного регулирования в целях создания эффективной модели расширенной ответственности производителей, которая позволила бы совместно с налоговыми, административными, разрешительными и другими механизмами достичь кардинального снижения количества образования отходов потребления, формирования системы обращения с отходами, максимально ориентированной на их утилизацию, и снижение объемов захоронения.

Основная цель института расширенной ответственности производителей - создание эффективной системы возврата вторичных материальных ресурсов в хозяйственный оборот в рамках перехода к циклической экономике, что, в свою очередь, соответствует принципам государственной политики по обеспечению конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду, ее сохранение для будущих поколений и рациональное использование невозобновляемых природных ресурсов.

II. Предпосылки совершенствования института расширенной

ответственности производителей в Российской Федерации

В России механизм расширенной ответственности производителей введен в 2015 году. Вместе с тем за первые 5 лет реализация расширенной ответственности производителей не привела к существенному экономическому стимулированию развития отрасли обращения с отходами от использования товаров (далее - отходы).

Существующая модель расширенной ответственности производителей предусматривает установление обязанности производителей и импортеров товаров обеспечивать выполнение установленных нормативов утилизации отходов от выпущенных в обращение товаров и упаковки товаров, утративших свои потребительские свойства (далее - нормативы утилизации).

До настоящего времени не внедрена система оценки результативности функционирования действующей модели расширенной ответственности производителей, отсутствует надлежащее администрирование и контроль.

В России точное количество субъектов расширенной ответственности производителей неизвестно, что обусловлено невозможностью их идентификации в связи с тем, что обязанность по утилизации отходов распространяется на товары и упаковку с момента их первичной реализации, а не с момента их производства. При этом Росприроднадзор, который осуществляет надзор за исполнением обязанности по выполнению нормативов утилизации, не располагает первичной информацией о реализации товаров.

По экспертной оценке, в Российской Федерации свыше 160 тыс. организаций осуществляют производство и импорт товаров, в 2016 году лишь 10195 производителей и импортеров представили отчетность о выполнении нормативов утилизации. В 2017 году эта цифра составила 13190 организаций, в 2018 году - 12844, в 2019 году - 15175.

Особенно вопрос учета актуален в отношении упаковки товаров, используемой товаропроизводителями. Количество хозяйствующих субъектов, использующих упаковку (ритейл, интернет-магазины, сети общественного питания, рынки, доставка еды и другие), по данным Общероссийской общественной организации "Деловая Россия", может достигать 4 млн. хозяйствующих субъектов.

Одной из проблем существующего института расширенной ответственности производителей в России является отсутствие установленных целевых показателей утилизации и наличие нормативов утилизации, которые по сути лишь определяют размер льготы при уплате экологического сбора и при этом не позволяют оценить результативность модели расширенной ответственности производителей.

Кроме того, основные недостатки института расширенной ответственности производителей связаны с нарушением принципа полного покрытия затрат и принципа стимулирования использования перерабатываемых материалов при производстве товаров, а также с отсутствием эффективного механизма целевого использования средств экологического сбора.

В результате в отношении утилизации отдельных видов отходов (отходы бумаги, отходы резинотехнических изделий, отходы пластика) отмечается существенная недозагрузка имеющихся мощностей, а также недостаточный уровень развития инфраструктуры по сбору, обработке и утилизации отходов в целом.

Кроме того, отсутствует взаимосвязь института расширенной ответственности производителей с региональными системами обращения с твердыми коммунальными отходами, что приводит к отсутствию эффективной комплексной системы обращения с отходами потребления и противоречиям между хозяйствующими субъектами, осуществляющими деятельность по обращению с ними.

III. Цели и задачи совершенствования института

расширенной ответственности производителей

Основной целью совершенствования института расширенной ответственности производителей является формирование эффективной государственной модели регулирования, направленной на максимальное возвращение вторичных материальных ресурсов в хозяйственный оборот и минимизацию объемов захоронения отходов потребления.

К целям совершенствования института расширенной ответственности производителей относятся:

обеспечение перехода к циклической экономике за счет извлечения из отходов и повторного использования максимального количества вторичных материальных ресурсов;

снижение негативного воздействия отходов на окружающую среду;

обеспечение внедрения в процесс производства продукции максимально перерабатываемых материалов и отказ от использования материалов, которые не могут быть переработаны, а также стимулирование использования многоразовой и экологичной упаковки;

создание мощностей и условий для утилизации отходов потребления, а также конкурентных преимуществ для использования вторичных материальных ресурсов и повышения уровня их вовлечения в хозяйственный оборот;

снижение размера платы граждан за коммунальную услугу по обращению с твердыми коммунальными отходами и создание максимально удобной для населения инфраструктуры сбора вторичных материальных ресурсов в целях их дальнейшей утилизации.

Задачами совершенствования института расширенной ответственности производителей являются:

установление всех субъектов расширенной ответственности производителей и определение их обязанностей, а также механизмов их взаимодействия;

формирование системы целевых показателей для осуществления оценки результативности расширенной ответственности производителей;

обеспечение прозрачности, контроля и учета исполнения требований расширенной ответственности производителей с использованием эффективно функционирующей информационной системы;

совершенствование механизмов расходования средств экологического сбора;

создание дополнительных стимулов для формирования эффективной системы раздельного накопления отходов.

IV. Совершенствование института расширенной

ответственности производителей

1. Создание системы целевых показателей утилизации

по группам отходов

В соответствии с подпунктом "в" пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года" одним из целевых показателей, характеризующих достижение национальных целей к 2030 году, является создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100 процентов и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в два раза.

Также ряд целевых показателей определены в Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. N 84-р (доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов; доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, в общем объеме таких отходов, вывезенных с мест накопления), и федеральном проекте "Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами" национального проекта "Экология" (доля твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, в общем объеме таких отходов).

Вместе с тем целевые показатели по организации раздельного накопления, обработки и утилизации отходов по группам товаров, характеризующие достижение целей расширенной ответственности производителей (далее - целевые показатели), не установлены. При этом нормативы утилизации не являются целевыми показателями - они определяют индивидуальный уровень ответственности отдельного товаропроизводителя.

Целевые показатели по группам товаров устанавливаются в целях определения уровня утилизации отходов по годам в стране в качестве "ориентира" для развития института расширенной ответственности производителей в среднесрочной и долгосрочной перспективах в целях оценки эффективности института расширенной ответственности производителей в целом.

Целесообразно на первом этапе определить целевые показатели по таким группам товаров, как упаковка товаров, электронная и бытовая техника, батареи и аккумуляторы, шины и нефтепродукты (масла).

В отношении целевых показателей необходимо осуществлять контроль их достижения, выявление причин, в силу которых целевые показатели не были достигнуты, а также выработку предложений по совершенствованию института расширенной ответственности производителей в целом.

2. Совершенствование способов выполнения расширенной

ответственности производителей

Субъектами расширенной ответственности производителей являются производители и импортеры товаров, в том числе товаров в упаковке, а также хозяйствующие субъекты, использующие вторичные материальные ресурсы в качестве сырья для производства товаров, упаковки (далее - утилизаторы).

Организационная структура института расширенной ответственности производителей обеспечивается установлением взаимосвязанных прав и обязанностей участников, в частности:

производители и импортеры товаров обеспечивают утилизацию отходов любым возможным из установленных способом либо уплачивают экологический сбор, а также оператором представляют сведения в информационную систему, предлагаемую к созданию в целях осуществления мониторинга и контроля деятельности по обеспечению утилизации отходов (далее - информационная система);

утилизаторы предоставляют в информационную систему данные о мощностях и количестве утилизированных отходов, в том числе в целях получения средств экологического сбора в связи с осуществлением утилизации отходов.

Целесообразно рассмотреть возможность определения федерального органа исполнительной власти или организации в целях обеспечения:

контроля достижения целевых показателей утилизации по группам отходов, а также их прогноза и корректировки;

обобщения данных о существующих в Российской Федерации технологиях по обработке и утилизации отходов;

администрирования исполнения обязанностей по утилизации отходов и взаимодействия с субъектами расширенной ответственности производителей в части подтверждения количества утилизированных отходов;

взаимодействия с региональными операторами по обращению с твердыми коммунальными отходами и утилизаторами по выстраиванию наиболее эффективной системы обращения с отходами, включая создание либо модернизацию инфраструктуры раздельного накопления отходов;

подготовки предложений по установлению требований и параметров глубины обработки и утилизации отходов;

подготовки предложений по расходованию средств экологического сбора.

В настоящее время статьей 24.2 Федерального закона "Об отходах производства и потребления" предусмотрены следующие способы обеспечения выполнения нормативов утилизации:

непосредственно самими производителем товаров, импортером товаров путем организации собственных объектов по утилизации отходов;

непосредственно самими производителем товаров, импортером товаров путем заключения договоров с оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами, региональным оператором, индивидуальным предпринимателем, юридическим лицом, осуществляющими утилизацию отходов (за исключением твердых коммунальных отходов);

на основании договора поручается обеспечивать выполнение нормативов утилизации публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами "Российский экологический оператор" (далее - экологический оператор) или ассоциации, созданной производителями товаров, импортерами товаров в целях обеспечения выполнения нормативов утилизации;

путем уплаты экологического сбора.

Учитывая, что главная цель института расширенной ответственности производителей - это не фискальная нагрузка, а увеличение числа утилизированных отходов, фактическая утилизация отходов имеет приоритет над уплатой экологического сбора, необходимо обеспечить заинтересованность производителей и импортеров товаров в создании систем раздельного накопления отходов, мощностей по утилизации отходов.

Наиболее прозрачным способом, позволяющим проверить фактическое достижение производителем нормативов утилизации, является непосредственное исполнение обязательств самим производителем товаров, упаковки путем организации собственных объектов по сбору, накоплению и утилизации отходов или на основании прямого договора с утилизатором.

По данным Росприроднадзора, за 2019 год отчетность по выполнению нормативов утилизации представлена 7 ассоциациями в отношении 142 производителей и импортеров товаров, что свидетельствует о низкой степени востребованности данного способа выполнения РОП.

В связи с этим, а также принимая во внимание необходимость проверки фактического достижения производителями и импортерами товаров нормативов утилизации, передача ими ответственности по выполнению указанных нормативов ассоциациям представляется нецелесообразной. При этом производители и импортеры товаров вправе в целях обеспечения самостоятельного выполнения нормативов утилизации создавать ассоциации (союзы) в соответствии с действующим законодательством.

Таким образом, целесообразно сохранить следующие варианты исполнения обязанности по утилизации отходов:

осуществление утилизации отходов на собственных производственных мощностях или по договору с утилизатором (самостоятельная утилизация);

уплата экологического сбора.

При этом необходимо разработать механизм определения (подтверждения) факта выполнения обязанности по утилизации отходов, а также регламентировать, что признается утилизацией отходов по каждой группе товаров, группе упаковки.

Кроме того, требуют нормативного закрепления особенности обращения с отдельными отходами в силу наличия отраслевой специфики их сбора, обработки и утилизации.

Одновременно с этим необходимо предусмотреть инструмент, позволяющий соотнесение вида товара, упаковки товара с видами отходов, группами отходов в целях определения того, утилизация каких отходов может быть учтена при выполнении требований по утилизации отходов соответствующих групп товаров и упаковки товаров.

В отношении импортируемых товаров необходимо предусмотреть механизм, позволяющий обеспечить гарантированное выполнение требований по утилизации отходов. Целесообразно до реализации товара установить требование по обеспечению обязательств импортерами товаров в случае выбора самостоятельного способа выполнения обязательств расширенной ответственности производителей (например, путем представления банковской гарантии и поручительства по утилизации, которое может быть представлено утилизатором, включенным в реестр утилизаторов) или по уплате экологического сбора.

Требует актуализации перечень товаров, упаковки, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств, в том числе в части конкретизации позиций по упаковке, которая должна основываться, прежде всего на принципах недопущения захоронения отходов, содержащих опасные материалы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, а также являющихся вторичными материальными ресурсами.

Согласно законодательству ответственность производителя, импортера товаров в части утилизации отходов от таких товаров ограничивается установленным нормативом утилизации. С учетом этого норматива уплачивается и экологический сбор.

Вместе с тем в основе механизма института расширенной ответственности производителей должен лежать принцип полной ответственности производителей и импортеров товаров за утилизацию выпускаемой на рынок продукции (товаров, упаковки). Поэтому существующий подход противоречит принципу "загрязнитель платит", при котором всех расходы на сбор, обработку и утилизацию отходов должны быть покрыты системой расширенной ответственности производителей.

В странах Европейского союза, например, нормативы утилизации не применяются: производители и импортеры несут обязательства за все количество продукции, поставляемой на рынок.

Вместе с тем, в современных условиях в отношении товаров отказ от установления определенной доли отходов, за которую несет ответственность производитель, в том числе в условиях отсутствия необходимых мощностей, представляется преждевременным. Поэтому, за исключением упаковки, целесообразно постепенное увеличение норматива утилизации для всех видов товаров с учетом переходного периода и принципов их предсказуемого, обоснованного увеличения и отраслевой специфики, темпом, составляющим не менее 10 процентных пунктов в год.

Такой норматив должен устанавливаться в том числе с учетом имеющихся мощностей по утилизации отходов определенных групп, жизненного цикла различных видов отходов, оценки их воздействия на окружающую среду, а также естественного убытия продукции из оборота (износ, разрушение материалов). При этом норматив не должен ограничиваться долей отходов, для утилизации которой уже существуют мощности, но в определенной степени превышать его в целях стимулирования создания новых мощностей.

При этом нормативы утилизации не могут являться одновременно "понижающим коэффициентом" при уплате экологического сбора и показателем "ответственности" для каждого индивидуального субъекта регулирования, как это характерно для существующей модели расширенной ответственности производителей. В таком случае пропадает экономическая заинтересованность производителей и импортеров в обеспечении создания мощностей по обработке и утилизации отходов.

Представляется, что норматив утилизации следует рассматривать как показатель фактического исполнения расширенной ответственности производителей, обеспечиваемый производителем при самостоятельном выполнении расширенной ответственности производителей (то есть доля товаров определенной группы, отходы от которых направлены ими на утилизацию).

В перспективе сумма экологического сбора, в случае, если выбран такой способ обеспечения выполнения расширенной ответственности производителей, должна рассчитываться исходя из полного объема произведенной продукции по всем группам товаров. В настоящее время экологический сбор целесообразно рассчитывать исходя из двойного норматива утилизации в целях стимулирования самостоятельного выполнения нормативов утилизации.

При этом, в случае недостижения норматива утилизации сумма экологического сбора, подлежащая уплате, должна рассчитываться исходя из разницы между нормативом утилизации и достигнутым объемом утилизации отходов, увеличенной в два раза.

Кроме того, представляется целесообразным предусмотреть определенные упрощения для хозяйствующих субъектов, которые являются субъектами малого и среднего предпринимательства и производят незначительный объем товаров (товаров в упаковке), путем установления фиксированного размера экологического сбора и (или) упрощения в части предоставления отчетности.

3. Принципы исчисления и расходования экологического сбора

Расчет ставок экологического сбора должен базироваться на принципе: ставка должна быть тем больше, чем менее "экологичным", трудноперерабатываемым является соответствующий товар, упаковка.

При исполнении обязательств в рамках расширенной ответственности производителей необходимо обеспечить соответствие размера экологического сбора характеристикам конкретного товара, поставляемого на рынок, в том числе продолжительности срока службы товара, возможности его ремонта, наличия опасных веществ, повторного использования, пригодности к утилизации, а также состояния рынка рециклинга.

Для этой цели необходимо ввести дополнительные категории отдельных товаров, упаковки для последующей модуляции ставок экологического сбора. Например, в отношении различных типов упаковки из пластика (полиэтилентерефталат, полиэтилен, полипропилен, вспененный полистирол и другие), конструкций упаковки и цвета упаковки необходима дифференциация ставок экологического сбора и целевых показателей.

В отношении отдельных видов товаров и упаковки в случае полного отсутствия возможности их утилизации и при наличии доступных альтернатив должны применяться запреты на их производство и другие ограничительные меры.

Уровень ставки экологического сбора должен быть необходимым и достаточным для обеспечения устойчивости процессов обращения с отходами в целях их последующей утилизации. Целесообразно при этом нормативное закрепление методики расчета ставок экологического сбора.

Поскольку стоимость вторичного сырья может колебаться вплоть до нулевых значений, ставка экологического сбора должна позволять поддерживать систему заготовки отходов, функционирующую вне зависимости от цены вторичного сырья. Такой подход в том числе позволит обеспечить стимулирование деятельности по раздельному накоплению отходов как ключевому элементу создания цепочки поставки вторичных материальных ресурсов.

При расчете ставок экологического сбора должны учитываться эксплуатационные затраты (затраты на раздельное накопление, затраты на сбор и транспортирование, затраты на обработку) и инвестиционные затраты (затраты на создание инфраструктуры по обращению с отходами). Соответственно, при наличии достаточного количества мощностей по обработке и утилизации отходов по определенной группе товаров величина инвестиционной составляющей должна стремиться к нулю.

Расходование средств экологического сбора должно обеспечивать создание экономических условий для обеспечения извлечения вторичных материальных ресурсов и их возврата в хозяйственный оборот по всей цепочке их раздельного накопления, сбора, транспортирования, обработки, утилизации, а также осуществляться на основе моделирования развития инфраструктуры раздельного накопления, сбора, обработки и утилизации отходов, обеспечивающей выполнение установленных значений целевых показателей (в том числе с учетом необходимой глубины обработки и утилизации).

По отдельным видам отходов после создания устойчивой инфраструктуры по сбору и утилизации отходов дополнительная поддержка требоваться не будет. При этом для некоторых отходов даже при наличии инфраструктуры и соответствующих мощностей стоимость получаемых вторичных материальных ресурсов будет оставаться ниже расходов на их извлечение, и поддержка на определенном уровне должна быть сохранена.

Учитывая, что отходы, утилизация которых должна быть обеспечена в рамках расширенной ответственности производителей, в основном образуются у населения, в перспективе деятельность по раздельному накоплению, сбору, обработке твердых коммунальных отходов должна финансироваться за счет механизма расширенной ответственности производителей, что позволит ограничить темп роста тарифов по обращению с твердыми коммунальными отходами.

4. Особенности регулирования упаковки и упаковочных отходов

По экспертным оценкам, около 50% объема твердых коммунальных отходов составляют отходы упаковки, при этом объем упаковки будет в дальнейшем увеличиваться, в том числе в связи с активным развитием электронной коммерции и сервисов доставки.

Таким образом, основной задачей механизма расширенной ответственности производителей применительно к сфере обращения с твердыми коммунальными отходами является возврат упаковочных отходов в хозяйственный оборот.

Упаковка в основном имеет короткий жизненный цикл и зачастую предполагает ее одноразовое использование. При этом в упаковке содержится высокая доля пригодных к утилизации материалов, что определяет необходимость ее утилизации в полном объеме.

Однако нормативы утилизации в 2020 году по различным группам упаковки составляют от 10% до 45%. При этом показатель 45% относится к одной товарной группе "упаковка из гофрированного картона", что связано с наиболее развитым рынком вторичного сырья, получаемого в основном от промышленных предприятий и ритейла, а 10% - к группе "упаковка из текстильных материалов", где рынок вторичного сырья практически не развит.

Вместе с тем установленные нормативы утилизации в отношении упаковки не отвечают поставленной задаче по максимальному вовлечению использованной упаковки в оборот и требуют пересмотра.

Кроме того, установление нормативов утилизации на разном уровне для различных видов упаковки нарушает конкуренцию между упаковочными материалами. Установление более низких нормативов в отношении перерабатываемой в меньших количествах упаковки прямо противоречит ключевым принципам расширенной ответственности производителей.

Учитывая изложенное, а также негативные последствия для окружающей среды в случае захоронения отходов упаковки, целесообразно с 1 января 2022 г. определить ответственность за утилизацию отходов упаковки в размере, равном количеству выпущенной в оборот упаковки. Это позволит в части упаковки полностью отказаться от применения понятия норматива утилизации.

Учитывая многообразие видов упаковки, а также различные технологии ее производства, необходимо обеспечить утилизацию отходов упаковки без возможности зачета исполнения обязанности по утилизации за счет других видов отходов.

В настоящее время обязанность по обеспечению утилизации отходов упаковки возложена на производителей, импортеров товаров в упаковке. Такой подход обусловлен тем, что упаковка зачастую интегрирована с продукцией и именно товаропроизводитель устанавливает требования к ней, а также необходимостью стимулирования производителей, импортеров товаров в упаковке использовать более "экологичную" упаковку, которая при ее производстве наносит меньше вреда окружающей среде и может быть повторно использована, упаковку, которая сделана из биоразлагаемых (компостируемых) материалов, "облегченную" упаковку (например, стеклянную тару с меньшим весом).

Вместе с тем некоторые виды упаковки, по сути, являются самостоятельным товаром и не должны идентифицироваться как упаковка (пакеты, фольга, стаканчики, стретч-пленка и т.п.) и реализуются для различных целей (помещение в нее товара в местах розничной продажи или общественного питания, для доставки товаров и т.д.).

В отношении такой упаковки, учитывая специфику ее использования и практические трудности администрирования ее использования всеми предприятиями розничной сети, службами доставки, в соответствии с международным опытом целесообразно рассмотреть вопрос о возложении ответственности за ее утилизацию на ее производителей. При этом необходимо нормативно закрепить перечень таких видов упаковки и упаковочных материалов.

В случае импорта товара в упаковке ответственность в любом случае должен нести импортер товара. В ином случае существует риск возникновения неравных условий конкуренции между компаниями - производителями упаковки и импортерами, в том числе из стран Евразийского экономического союза, поскольку производитель упаковки для импортируемого товара не будет субъектом расширенной ответственности производителей в Российской Федерации. При этом необходимо нормативно закрепить требование об указании детальной информации об упаковке товара при его импорте (в настоящее время в таможенной декларации указывается только вид упаковки без разделения ее на типы и вес).

Кроме того, необходимо в систему расширенной ответственности производителей ввести ответственность за утилизацию комбинированной упаковки с установлением самостоятельных целевых показателей по утилизации. В отношении такой упаковки устанавливается, как правило, более высокая ставка экологического сбора, что обусловлено тем, что данный вид упаковки более сложен именно в части утилизации.

5. Администрирование и контроль исполнения обязанности

по утилизации отходов от использования товаров

В целях эффективного управления институтом расширенной ответственности производителей, в том числе в части обеспечения максимальной "экологичности" производимых товаров и упаковки, развития и модернизации мощностей по утилизации отходов, оценки достижения целевых показателей по утилизации отходов, надлежащего контроля и надзора за вовлечением отходов в хозяйственный оборот, необходимо формирование прозрачной системы администрирования.

Получение достоверной, оперативной, объективной и верифицируемой информации возможно посредством эксплуатации информационной системы и обеспечения взаимодействия ее с государственными информационными системами, в том числе в целях применения мер административного воздействия при выявлении субъектов расширенной ответственности производителей, уклоняющихся от исполнения возложенных на них обязанностей.

Получение достоверной информации о количестве произведенных товаров и упаковки, подпадающих под требования расширенной ответственности производителей, возможно исключительно на стадии производства таких товаров, постановки их на бухгалтерский учет, а также направления статистической информации о количестве произведенной продукции.

В настоящее время создана единая государственная информационная система учета отходов от использования товаров, которая согласно статье 24.3 Федерального закона "Об отходах производства и потребления" является федеральной государственной информационной системой, содержит информацию об отходах, о наличии мощностей основного технологического оборудования по обеспечению утилизации отходов и иную предусмотренную законодательством Российской Федерации информацию. Оператором системы является Росприроднадзор.

С учетом предлагаемых изменений института расширенной ответственности производителей, изменяющих систему регулирования, необходимо обеспечить формирование информационной системы, которая должна быть интегрирована (объединена) с государственной информационной системой учета твердых коммунальных отходов, а также должно быть обеспечено информационное взаимодействие информационной системы с иными государственными информационными системами.

Информационная система должна позволять отслеживать факт производства товара, упаковки, попадающих под действие расширенной ответственности производителей, а также обеспечивать взаимодействие оператора с федеральными и региональными органами исполнительной власти, органами местного самоуправления, отраслевыми саморегулируемыми организациями, региональными операторами по обращению с твердыми коммунальными отходами и другими заинтересованными участниками.

Факт утилизации отходов должен подтверждаться в информационной системе посредством внесения данных всеми участниками процесса обращения с отходами на разных этапах обращения с ними: о количестве собранных, раздельно накопленных, обработанных и утилизированных отходов, о количестве полученной продукции и количестве использованного вторичного сырья при ее производстве путем сопоставления данных о произведенном товаре и утилизированных отходов, имеющихся мощностей утилизации.

В информационной системе целесообразно создание и ведение следующих реестров:

реестр перечня упаковки и упаковочных материалов;

реестр производителей и импортеров товаров, упаковки;

реестр утилизаторов, включая данные о мощностях;

реестр мест раздельного накопления и сбора отходов, а также объектов обработки отходов.

В целях обеспечения сопоставления произведенных и импортированных товаров, упаковки с отходами, утилизация которых будет засчитываться при выполнении обязанности по утилизации указанных товаров и упаковки, необходимо предусмотреть формирование конвертора кодов товаров и упаковки, и отходов.

В целях обеспечения проверки достоверности информации об осуществлении утилизации отходов необходима регистрация в информационной системе под индивидуальным номером утилизаторов с указанием имеющихся у них мощностей, объема утилизированных отходов, а также нормативное закрепление возможности утилизации отходов только через утилизаторов, сведения о которых внесены в информационную систему.

В случае если деятельность утилизатора не подлежит лицензированию, целесообразно для внесения сведений в информационную систему предусмотреть механизм проверки сведений об имеющихся мощностях и других показателях деятельности утилизатора.

В целях обеспечения выполнения производителями, импортерами товаров в упаковке обязанностей по утилизации отходов в отношении упаковки необходимо законодательно закрепить требование о реализации таких товаров на территории Российской Федерации, сведения об упаковке которых внесены в информационную систему.

Кроме того, представляется целесообразным осуществление функций оператора информационной системы экологическим оператором.

В рамках совершенствования администрирования выполнения расширенной ответственности производителей также необходимо:

установить предоставление отчетной документации не реже чем два раза в год с определением в качестве отчетного периода выполнения расширенной ответственности производителей полугодия, следующего за полугодием производства товара или его ввоза на территорию Российской Федерации;

определить возникновение обязанности выполнения нормативов утилизации для производителей товаров, упаковки - с момента выпуска в оборот (производства), для импортеров товаров - с момента импорта (пересечения границы Российской Федерации);

установить возможность предоставления в информационную систему отчетной документации исключительно в электронной форме;

предусмотреть возможность формирования и регистрации в информационной системе сведений об утилизации отходов, ведения в электронном виде журнала учета вторичных материальных ресурсов;

уточнить порядок, сроки и основания для проведения проверок в случае выявления нарушений при предоставлении отчетности, в том числе выявленных в информационной системе.

В целях обеспечения верификации сведений, предоставляемых производителями, импортерами товаров и утилизаторами, представляется целесообразным также использование различного рода статистических отчетностей (по затратам, по произведенной продукции, по обращению с отходами), в отношении импортируемых товаров - информации, подаваемой ФТС России, а также информации о производстве и реализации упаковки.

Для формирования качественной статистики необходимо обеспечить дополнение Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД-2) новыми видами деятельности по обращению с отходами и детализации произведенной продукции в части упаковки в целях учета производимых товаров в упаковке и упаковки.

В случае установления фактов предоставления оператору недостоверных сведений о сборе и утилизации отходов к таким организациям должны применяться меры административного воздействия, а также лишение утилизаторов возможности получать средства экологического сбора. В рамках информационной системы необходимо вести реестр таких недобросовестных утилизаторов.

6. Меры по стимулированию утилизации отходов

от использования товаров, упаковки

Увеличению количества отходов, направляемых на утилизацию, с целью получения вторичного сырья или продукции (товаров и/или упаковки), а также созданию спроса на такое сырье и продукцию будут способствовать:

а) на стадии производства и реализации товаров и упаковки:

установление обязанности использовать упаковку, созданную с использованием определенной доли вторичного сырья;

прямой запрет на использование определенных видов товаров и упаковки, которые не подлежат утилизации либо плохо извлекаются из отходов, в связи с чем их утилизация практически невозможна;

установление критериев, характеризующих пригодность материалов, используемых при производстве товаров и упаковки, к утилизации (цикличность товаров и упаковки), и дифференциация ставок экологического сбора с учетом таких критериев;

недопустимость зачета утилизации трудноперерабатываемых отходов за счет смежных групп перерабатываемых отходов;

установление требований по приобретению товаров, в том числе упаковки, произведенных с применением вторичного сырья, при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд (установление обязанности закупки определенного объема товаров, произведенных с использованием вторичных материальных ресурсов, и (или) преимущества в 20% к цене закупки для таких товаров, установление требований к экологическим характеристикам при осуществлении закупки отдельных видов товаров, работ, услуг) вплоть до запрета закупки отдельных неперерабатываемых товаров и упаковки;

создание электронного каталога на базе информационной системы, содержащего информацию о технологиях производства товаров, в том числе произведенных из вторичного сырья, и интегрированного с системами закупок, что обеспечит доступность сведений при установлении критериев, характеризующих пригодность материалов, используемых при производстве товаров и упаковки, к утилизации;

пересмотр действующих и формирование новых нормативно-технических документов, строительных норм и правил для обеспечения допуска на рынок технологий и продукции с использованием вторичного сырья;

разработка рекомендаций для торговых сетей по постепенному вводу в оборот в торговых залах упаковки, произведенной из материалов, пригодных к утилизации, в том числе биоразлагаемых, в определенной доле к неперерабатываемой/трудноперерабатываемой упаковке, либо материалов, содержащих вторичное сырье;

меры государственной поддержки для инвестиционных проектов по переоборудованию производства с целью вовлечения вторичного сырья в производство;

увеличение ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов;

б) на стадии организации накопления и сбора отходов:

использование средств экологического сбора для создания и оборудования мест для сбора, раздельного накопления отходов, в том числе в торговых, общественных, деловых, образовательных, культурных, спортивных и других пространствах;

совершенствование законодательства Российской Федерации, в том числе санитарно-эпидемиологического и законодательства в области пожарной безопасности, позволяющего осуществлять накопление и сбор отходов в торговых и иных помещениях;

введение запрета на смешивание раздельно собранных видов, групп отходов и установление административной ответственности за нарушение такого запрета;

совершенствование порядка организации раздельного накопления отходов, в том числе в жилищно-коммунальном секторе;

отмена налога на доходы физических лиц для граждан при реализации отходов;

упрощение администрирования налога на добавленную стоимость с операций по реализации отходов между заготовителями и утилизаторами, что привлечет хозяйствующие субъекты, включая субъектов малого и среднего предпринимательства, в деятельность по накоплению и сбору отходов.

Развитие системы раздельного накопления и сбора отходов (приемозаготовительные пункты, фандоматы), внедрение цифровых платформ и сервисов позволит сформировать современные поведенческие шаблоны рационального использования товаров. Наличие стабильного спроса на качественные незагрязненные отходы от использования товаров со стороны утилизаторов будет дополнительно стимулировать деятельность заготовителей вторичного сырья.

Повышение интереса граждан к участию в раздельном накоплении отходов достигается путем повышения уровня их осведомленности органами местного самоуправления, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации о системе обращения с отходами.

V. Этапы реализации Концепции

Реализация концепции должна предусматривать следующие этапы:

совершенствование нормативной правовой базы в целях реализации положений Концепции;

обоснование и расчет целевых показателей сбора и утилизации в отношении отдельных групп отходов;

установление с 1 января 2022 г. нормативов утилизации отходов и ставок экологического сбора с учетом положений Концепции, а также определение порядка расходования средств экологического сбора;

формирование информационной системы, обеспечивающей реализацию положений Концепции.

VI. Ожидаемые результаты реализации Концепции

В результате реализации Концепции будут достигнуты следующие результаты:

направление 100% твердых коммунальных отходов на обработку и сокращение к 2030 году вдвое объема отходов, направляемых на захоронение;

учет экологических требований на протяжении всего жизненного цикла товара, сокращение производства товаров, упаковки из неперабатываемых материалов;

создание механизмов, стимулирующих использование утилизируемых товаров и упаковки и обеспечивающих гарантии возврата инвестиций в создание мощностей по раздельному накоплению, сбору, обработке и утилизации отходов;

снижение платы за обращение с твердыми коммунальными отходами в связи с сокращением фактического количества образуемых отходов и снижением норматива их накопления;

создание удобной инфраструктуры по раздельному накоплению отходов и повышение уровня утилизации отходов;

вовлечение всех заинтересованных сторон в раздельное накопление, сбор, обработку и утилизацию отходов и формирование устойчивой системы обращения с отходами, а также увеличение количества индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, осуществляющих деятельность по раздельному накоплению, сбору, обработке и утилизации отходов;

увеличение объема использования вторичного сырья в производстве продукции и, соответственно, снижение объема использования первичного сырья;

создание условий для осуществления перехода к экономике замкнутого цикла.