

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**

Кафедра химических технологий им. А. А. Хархарова

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВ
ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Рабочая программа, методические указания, контрольные задания и вопросы
к зачету для студентов заочной формы обучения направления 18.03.01 –
Химическая технология (Химическая технология органических
и неорганических веществ)

Составитель
А. А. Буринская

Санкт-Петербург
2020

Утверждено
на заседании кафедры ХТ
04.09. 2019 г., протокол № 1
Рецензент В. А. Хохлова

Рассмотрены способы подготовки технологической воды, представлены данные по составу сточных вод и выбросов химических производств в атмосферу. Приводятся методы очистки сточных вод и выбрасываемого воздуха от вредных газов и пыли, возможные пути уменьшения нагрузки на природную среду за счет снижения используемых сырьевых и энергетических ресурсов, в том числе за счет повторного использования сточных вод и утилизации тепла, применения принципов зеленой химии, использования нанотехнологий. Рассмотрены вопросы экологической экспертизы.

Предназначены для студентов, специализирующихся по химической технологии.

Учебное электронное издание сетевого распространения
Издано в авторской редакции

Системные требования:

электронное устройство с программным обеспечением для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202026, по паролю. – Загл. с экрана.
Дата подписания к использованию 13.01.2020 г. Рег. № 26/20

ФГБОУВО «СПбГУПТД»

Юридический и почтовый адрес: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru>

ВВЕДЕНИЕ

Благополучие современного общества невозможно представить без миллиардов продуктов органического и неорганического синтеза. Лекарства, синтетические волокна, красители и многое другое сегодня изготавливают на химических предприятиях. Обратная сторона медали – это отходы, которые образуются при их производстве. Поэтому необходимы более эффективные и экологически безопасные технологии. Создание таковых и есть основная задача современной химии.

Человек в процессе своей сознательной деятельности влияет на равновесное состояние природы. Прежде природа легко преодолевала это вмешательство благодаря своим саморегулирующим и самовосстановительным свойствам и оставалась неизменной. В последние десятилетия развития промышленного потенциала согласованное взаимодействие всех элементов планеты начинает разрушаться, поэтому проблемы сохранения природы, охраны окружающей среды стали первостепенными для всего человечества. От правильного решения проблем охраны окружающей среды в значительной степени зависят развитие, благосостояние и жизнь поколений.

Право граждан на благоприятную окружающую среду закреплено в Конституции Российской Федерации. Определяющую роль играет экологизация технологических процессов. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) являются компонентами промышленного объекта, являющегося источником химического, биологического или физического воздействия на ОПС и здоровье человека. СЗЗ – это зона пространства и растительности, специально выделенная между промышленными предприятиями и районом проживания населения. Она должна быть озеленена и удовлетворять специальным требованиям. Природоохранительное законодательство базируется на основных положениях Конституции. Основными являются: «Закон об охране окружающей природной среды», «Закон об экологической экспертизе», «Закон об отходах производства и потребления», «Закон об охране атмосферного воздуха», «Водный кодекс», «Закон о Государственном земельном кадастре» и др. Правовые нормы представляют собой законы и подзаконные акты (постановления, приказы, инструкции и т. п.). Правовыми документами являются государственные стандарты и различные нормы, нормативы и ПДК, которые на данный период времени адекватно отражают научно-технические достижения.

Основная цель государственной политики в области охраны окружающей среды – переход от ликвидации последствий загрязнения к его предупреждению. Предупредительный контроль включает нормирование качества окружающей среды, государственную экологическую экспертизу, систему наблюдения (мониторинг) и систему экологического страхования.

В настоящее время основными техногенными проблемами являются:

- парниковый эффект (причина – выбросы промышленными предприятиями и транспортом оксидов углерода, азота и серы, а также пыли, золы и сажи);
- образование и расширение озоновых дыр в атмосфере Земли (причина – промышленные выбросы фторсодержащих соединений, хлора и оксидов азота);

- кислотные дожди (причина – промышленное загрязнение атмосферы оксидами азота, серы и углерода);
- радиация (причина – выбросы атомными электростанциями изотопов урана, стронция, йода и других радиоактивных веществ);
- опустынивание земель и засоление почвы (причина – отрицательное влияние на окружающую среду кислотных дождей и твердых отходов производства).

Академик В. И. Вернадский в работе «Химическое строение биосферы Земли и ее окружение» писал: «Ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего, питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее природных условий они существовать не могут». Вода, воздух и земля имеют свойство поглощать и очищать ядовитые выбросы, но до определенного предела.

В результате взаимодействия человека с воздухом, водой и почвой возникают промышленные и бытовые отходы, которые после очистки и переработки возвращаются в окружающую среду.

Технология включает конкретные технологические системы (ТС). Для окружающей среды наиболее вредоносными являются следующие ТС: энергетика, транспорт (особенно автомобильный в крупных городах), металлургия, химическое производство, строительная промышленность, сырьевое производство.

К сожалению, на производство необходимой для человека продукции затрачивается только 2 % сырья, все остальное превращается в отходы; некоторые из них токсичны (опасны для здоровья). На каждого жителя развитых стран приходится около 20 т сырья в год, а расходы на обезвреживание и переработку отходов достигают 10 % от суммарных расходов на производство продукции.

В природе 90 % энергии расходуется на разложение и возвращение веществ в биогеохимический кругооборот, в системе же взаимодействия человека с природой основное количество энергии используется в производстве и потреблении необходимой человеку продукции, а материальное сырье в основном превращается в отходы.

Совершенствование существующих технологий должно проходить по всем направлениям производства, но главным образом это касается самого технологического процесса, аппаратуры, сырья, продукции и организации ее производства. Сейчас перед человечеством встала задача рационального, разумного природопользования, позволяющего удовлетворять жизненные потребности людей в сочетании с охраной и воспроизводством природной среды.

Цель дисциплины «Экологические проблемы производств органического и неорганического синтеза» — сформировать компетенции обучающегося в области защиты окружающей среды, позволяющие научить использовать совершенствование техники и технологии для снижения антропогенной

нагрузки, приобрести практические навыки в отношении методов исследования качества природной среды.

Задачи дисциплины – овладеть навыками, необходимыми для решения практических вопросов, обеспечивающих сохранение качества природной среды, знать потенциальные источники повышенной экологической нагрузки на окружающую среду химических и других предприятий, причины образования твердых, жидких и газообразных загрязнений. Уметь оценивать экологическую опасность производства по отношению к биологическим объектам, знать пути создания и внедрения экологически безопасных технологий. Знать основы природоохранных технологических процессов и подходы к решению проблемы безотходных производств; уметь применять природоохранительное законодательство, уметь ориентироваться в специальной литературе при выборе природоохранительных мероприятий.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля
Учебный модуль 1. (Химия окружающей среды и управление ее качеством)
Тема 1. Общее понятие о природной среде, влиянии деятельности человека на окружающую среду. Принципы «зеленой» химии. Пути снижения негативных факторов от производственной деятельности за счет внедрения малоотходных, энергосберегающих технологий, утилизации отходов. Вторичное использование материальных ресурсов
Тема 2. Организационно-правовые вопросы охраны природы. Рациональное природопользование. Экологическая экспертиза. Эколого-экономический паспорт предприятия
Тема 3. Классификация загрязнений. Нормативы по предельно допустимому содержанию вредных веществ в атмосфере, почве и сточных водах
Тема 4. Органические и неорганические вещества, в том числе красители, поверхностно-активные и текстильно-вспомогательные вещества, обладающие токсическим воздействием. Оценка токсичности. Методы биотестирования
Учебный модуль 2. (Защита атмосферы от загрязнений)
Тема 5. Наиболее характерные выбросы в атмосферу основных производств химической промышленности. Основные источники загрязнения воздуха. В том числе: предприятия по производству продуктов неорганической химии - диоксид серы, фтороводород, оксиды азота, хлор, озон; заводы по производству целлюлозы, очистке нефти - газообразные отходы (одоранты); предприятия нефтехимии - служат источником поступления углеводородов и органических соединений других классов, таких как амины, меркаптаны, сульфиды, альдегиды, кетоны, спирты, кислоты и др.

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля
Тема 6. Очистка и обезвреживание отходящих газовых выбросов. Использование механических, абсорбционных, электростатических, адсорбционных, каталитических, термических, биохимических и др. методов
Тема 7. Защита окружающей среды от физических методов воздействия
Учебный модуль 3. (Основы защиты водных объектов от загрязнений)
Тема 8. Водный режим предприятий. Водоподготовка. Критерии качества воды. Основы классификации природных и сточных вод. Условия сброса сточных вод в водоемы и городскую канализацию. Нормы водопотребления и нормы водоотведения
Тема 9. Основные методы очистки сточных вод. Механические, химические, физико-химические методы. Теоретические основы реализации способов, технологические схемы
Тема 10. Образование и накопление твердых отходов. Основные технологические принципы утилизации, обезвреживания и захоронения отходов. Роль каталитических процессов, биокатализ. Утилизация и ликвидация осадков сточных вод. Ключ к минимизации отходов - селективность
Тема 11. Методы утилизации тепла. Комплексные технологические схемы очистки и повторного использования сточных вод. Создание замкнутых систем, предотвращающих попадание вредных веществ в водоемы
Контрольная работа
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)

2. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

2.1. ВИДЫ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРИРОДУ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Классификация загрязнений окружающей среды

Загрязнением в узком смысле считается привнесение в какую-либо среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение естественного среднесуточного уровня этих агентов в среде. Объектами загрязнения служат: атмосфера, вода, почва. Косвенными объектами загрязнения являются составляющие биоценоза: растения, животные, микроорганизмы.

Загрязнения окружающей среды подразделяются на природные, вызванные какими-то естественными причинами (извержение вулкана, селевой поток и т. д.) и антропогенные, возникающие в результате деятельности человека.

Классификация антропогенных загрязнений:

1. Биологическое загрязнение (случайное или благодаря деятельности человека).

2. Механическое загрязнение (засорение среды агентами, оказывающими лишь механическое воздействие без физико-химических последствий).

3. Химическое загрязнение (изменение естественных химических свойств среды).

4. Физическое загрязнение, которое подразделяется:

а) на тепловое (связанное с промышленными выбросами нагретого воздуха, газов и воды);

б) световое (воздействие искусственных источников освещения, приводящее к аномалиям в жизни растений и животных);

в) шумовое (превышение интенсивности и уровня шума выше природного);

г) электромагнитное (в результате изменения электромагнитных свойств среды – линии электропередач, радио и телевидение, некоторые промышленные установки) может привести к глобальным и местным геофизическим аномалиям и изменению в тонких биологических структурах;

д) радиоактивное (превышение естественного уровня содержания радиоактивных веществ).

5. Микробиологическое загрязнение (появление большого количества микроорганизмов, связанное с их размножением на антропогенных субстратах и средах, измененных в ходе деятельности человека).

Система параметров, характеризующих границу предельно допустимого:

1) нормативы предельно допустимых уровней изменения среды:

а) ПДК,

б) ПДУ (уровни);

2) нормативы ПДВ (воздействия). Предельно допустимые выбросы в водоёмы, атмосферу, почву.

В различных странах осуществляется нормирование запахов в соответствие со стандартом EN13725. К *одорантам* (дурнопахнущим веществам) относятся вещества органического и неорганического происхождения в концентрациях, не оказывающих вредного воздействия на здоровье. Источники выделения одорантов бывают точечные, линейные и площадные; подвижные и неподвижные, организованные и неорганизованные, постоянные и залповые. Одоранты – это соединения серы (сероводород, меркаптаны); азотсодержащие (аммиак, амины); ароматические углеводороды (фенолы, толуол, крезол и др.); органические кислоты, дизельное топливо и др. Совместное присутствие в воздухе соединений сероводорода и аммиака вызывает потерю обоняния, а затем возникает ингаляционное отравление, неестественные запахи бытовых товаров нарушают сон.

Человек вдыхает более 12 000 литров или 25 кг воздушной смеси в сутки. «Запах – культ управления, который руководит человеческими эмоциями» (американский психиатр Алан Хирш), например, запах свежескошенной травы расслабляет, запах кофе напрягает.

Промышленные загрязнения биосферы

Вредные выбросы подразделяют на три группы:

- 1) технологические отходы, источниками которых служат процессы-загрязнители;
- 2) потери продуктов в результате несовершенства оборудования и низкой культуры его эксплуатации;
- 3) дымовые газы, образующиеся при сжигании топлива в печах технологических установок, при сжигании газов на факеле и др.

Удельный вес каждой группы загрязнителей в общем балансе вредных выбросов колеблется на разных предприятиях.

Промышленные загрязнения биосферы подразделяют на материальные (т. е. вещества), включающие механические, химические и биологические загрязнения, и энергетические (физические) загрязнения.

К механическим загрязнениям относятся аэрозоли, твердые тела и частицы в воде и почве. Химические загрязнения – разнообразные газовые, жидкие и твердые химические соединения, вступающие во взаимодействие с биосферой. Биологические загрязнения – микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности – это качественно новый вид загрязнений, возникший в результате применения процессов микробиологического синтеза различных видов микроорганизмов (дрожжевых, актиномицетов, бактерий, плесневых грибов и др.).

К энергетическим загрязнениям относятся все виды энергии – тепловой, механической (вибрации, шум, ультразвук), световой (видимое, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения), электромагнитные поля, ионизирующие излучения (альфа-, бета-, гамма-, рентгеновское и нейтронное) – как отходы разнообразных производств. Некоторые виды загрязнений, например радиоактивные отходы и выбросы, образующиеся при взрывах ядерных зарядов и авариях на атомных электростанциях и предприятиях, являются одновременно материальными и энергетическими.

В соответствии с СН 245-71 и ГОСТ 12.1.007-76 все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяют на четыре класса опасности:

первый – чрезвычайно опасные – ПДК менее $0,1 \text{ мг/м}^3$ (свинец, ртуть – $0,001 \text{ мг/м}^3$);

второй – высокоопасные – ПДК от $0,1$ до 1 мг/м^3 (хлор – $0,1 \text{ мг/м}^3$; серная кислота – 1 мг/м^3);

третий – умеренно опасные – ПДК от $1,1$ до 10 мг/м^3 (спирт метиловый – 5 мг/м^3 ; дихлорэтан – 10 мг/м^3);

четвертый – малоопасные – ПДК более 10 мг/м^3 (бензин, керосин – 300 мг/м^3 ; аммиак – 20 мг/м^3 ; ацетон – 200 мг/м^3 ; спирт этиловый – 1000 мг/м^3).

ПДК загрязняющих веществ в сточных водах

Исходя из различия в целях водопотребления и требованиях разных потребителей воды к качеству водоемов существуют как гигиенические, так и экологические нормативы для одних и тех же химических загрязнителей воды.

Гигиенические ПДК – максимальные концентрации веществ, при которых они еще не оказывают прямого или опосредованного влияния на состояние здоровья населения (при воздействии в течение всей жизни), а гигиенические условия водопользования при этом не ухудшаются. Гигиенические нормативы регламентируют содержание загрязняющих веществ только в тех водоемах, которые используются для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей, у пунктов водопользования населения, ближайших от выпуска стоков. Различают две категории хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: к первой категории относится использование водного объекта в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второй категории – использование водных объектов для культурно-бытовых целей населения, рекреации и спорта.

Появление новых источников загрязнения и расширение их географии привели к развитию самостоятельной системы рыбо-хозяйственных (*экологических*) ПДК, направленных на охрану водоемов как базы для организованного рыбоводства и рыболовства. Различают две категории рыбо-хозяйственного водопользования: к первой категории относится использование водного объекта для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду; ко второй – использование водного объекта для промысловой добычи рыбы и других водных животных и растений.

Если водоем используется для рыбо-хозяйственных целей и водоснабжения населения, ориентируются на наиболее жесткий норматив.

Все водоемы, которые используются или могут быть использованы для промысловой добычи рыбы и других водных животных и растений или имеют значение для воспроизводства запасов промысловых рыб, считаются рыбо-хозяйственными водоемами. Во всех случаях поверхностная вода должна контролироваться по значениям ПДК для рыбо-хозяйственных водоемов (ПДК_{РХ}).

2.2. МЕТОДЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ВОДА, ПОЧВА, ОТХОДЫ)

Недостатки «концепции ПДК»

В настоящее время для водоёмов питьевого и культурно-бытового назначения установлены ПДК более 1625 загрязняющих веществ, для водоёмов рыбо-хозяйственного назначения – более 1050. Вместе с тем, в природе только веществ с молекулярной формулой $C_8H_{11}NO_2$ существует 20 миллионов изомеров.

● **Аддитивное действие** – такой тип комбинированного действия химических веществ, при котором их совместный эффект равен сумме эффектов каждого из веществ при изолированном воздействии на организм.

● **Потенцирование** (более, чем аддитивное действие) – такой тип комбинированного действия, при котором совместный его эффект превышает сумму эффектов каждого из веществ, входящих в комбинацию при их изолированном воздействии на организм.

- **Антагонизм** (менее, чем аддитивное) – такой тип комбинированного действия, при котором совместный эффект меньше суммы эффектов каждого из веществ, входящих в комбинацию, при их изолированном воздействии.

- **Биотестирование** (биологическое тестирование) – оценка токсических эффектов действия химических веществ и их смесей по физиологическим, морфологическим реакциям, поведенческим изменениям, изменениям выживаемости, плодовитости тест-организмов в стандартных условиях.

- **Токсичность** – степень проявления ядовитого действия разнообразных соединений и их смесей, которые повреждают, ингибируют, стрессируют, вызывают генетические изменения или убивают организмы в воде, почве, воздухе. Токсичность проявляется в виде различных тест-реакций у тест-организмов при экспериментальном биотестировании.

- **Тест-реакция** – изменение какого-либо морфологического, биохимического, поведенческого или функционального показателя тест-объекта под воздействием токсиканта или их смесей.

- **Тест-организмы** – организмы, используемые при биотестировании, культивируемые в стандартных условиях.

Для целей биологического тестирования в экологическом контроле в качестве показателей наиболее часто используемыми являются показатели выживаемости (численности) и плодовитости организмов.

2.3. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ НАЗНАЧЕНИЯ

Характерными качествами речной воды являются относительно большая мутность (особенно в период паводков), высокое содержание органических веществ, бактерий, часто значительная цветность. Наряду с этим речная вода характеризуется обычно относительно малым содержанием минеральных солей и, в частности, относительно небольшой жесткостью.

Вода озер обычно отличается весьма малым содержанием взвешенных веществ (т. е. малой мутностью, или иначе большей прозрачностью), кроме прибрежной зоны, где мутность воды увеличивается в результате волнения. Степень минерализации озерной воды весьма различна.

Поверхностные источники характеризуются значительными колебаниями качества воды и количества загрязнений в отдельные периоды года.

Качество воды рек и озер в большой степени зависит от интенсивности выпадения атмосферных осадков, таяния снегов, а также от загрязнения ее поверхностными стоками и сточными водами городов и промышленных предприятий. Критерии очистки сточных вод следует определять на основании самоочищающей способности водоема.

Самоочищающая способность рек и озер ограничена и при ее превышении накопление органических и биогенных загрязнений увеличивается прогрессивно, что может привести к полной потере способности водоема к самоочищению. Для оценки самоочищающей способности водоемов в условиях незначительного загрязнения легкоразлагаемым органическим веществом при рассредоточенных выпусках сточных вод достаточно обычных санитарно-

гигиенических показателей, определения разбавления сточных вод, изучения кислородного режима водоема. Однако при современных масштабах загрязнения водной среды, плотности распределения его источников, увеличении количества и номенклатуры загрязняющих веществ проблемы самоочищения водоемов существенно обострились. Понятие "самоочищение" подразумевает совокупность физических, химических, биологических и других процессов, приводящих к восстановлению качества воды до уровня, соответствующего водоемам и водотокам, не подвергающимся загрязнению. В конечном счете самоочищение – часть природного процесса трансформации вещества и энергии, при котором происходит распад загрязняющих веществ до соединений, включаемых в круговорот вещества и энергии в биосфере. Если происходит снижение концентрации загрязнений в результате простого разбавления, переноса в другие районы акватории и т. п., то это нельзя считать самоочищением.

В подавляющем большинстве отраслей промышленности вода используется в технологических процессах производства. Требования к количеству и качеству подаваемой воды определяются характером технологического процесса. Выполнение этих требований системой водоснабжения обеспечивает нормальную работу предприятия и надлежащее качество выпускаемой продукции.

Водный режим предприятий

В системах водоснабжения предприятия вода расходуется:

- 1) на бытовые нужды (столовые, душевые, санузлы и т. д.);
- 2) противопожарные мероприятия;
- 3) технологический процесс;
- 4) для систем вентиляции и кондиционирования.

По количеству потребляемой воды и образующихся промстоков наиболее водоемкими производствами являются такие, как черная и цветная металлургия, химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, топливно-энергетический комплекс, текстильная промышленность. Водопотребление и водоотведение в производстве нормировано.

Условия сброса сточных вод в оборотные системы водоснабжения определяются требованиями к качеству воды и условиями ее использования. Для различных отраслей промышленности и технологических процессов разработаны соответствующие ведомственные нормы.

Общие требования к воде

Приемлемые характеристики воды для ее повторного использования можно определить как допустимый уровень или концентрацию примесей в очищенных сточных водах, которые смогли бы обеспечить выпуск качественной продукции. Наличие одних примесей может отрицательно сказаться на качестве продукта, наличие других примесей допустимо при небольших уровнях в определенных технологических процессах.

1. Вода не должна оказывать отрицательного влияния на качество получаемого продукта.

2. Не должна приводить к образованию отложений, биообрастаний и коррозии.

3. Должна обеспечивать требования к санитарно-гигиеническому состоянию рабочих мест.

4. Из воды должны быть удалены ценные, ядовитые и вредные вещества.

5. В зависимости от степени солесодержания воды различают:

- слабоконцентрированные < 3 г/л;
- среднеконцентрированные 3–5 г/л;
- сильноконцентрированные 5–10 г/л;
- рассолы > 10 г/л; для промышленного водоснабжения непригодны; их

следует регенерировать, выпаривать и т. д.

6. Жесткость общая $J_o < 4$ мг-экв/л; (оборотная охлаждающая вода): жесткость карбонатная $J_k < 3$ мг-экв/л.

Солями жесткости называются соли щелочноземельных металлов. Это, прежде всего, соли кальция и магния, а именно карбонаты, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, фосфаты, нитраты, силикаты. В нашей стране жесткость выражается в мг-экв/л, что означает содержание 20,04 мг Ca^{+2} или 12,16 мг Mg^{+2} в 1 л воды.

Кроме того, жесткость измеряют в немецких, французских или английских градусах:

▪ 1 Н° соответствует содержанию 10 мг СаО в 1 л воды или 1 Н° – 0,3566 мг-экв/л, 1 мг-экв/л – 2,8 Н°.

▪ 1 Ф° соответствует 10 мг CaCO_3 в 1 л воды или 1 Ф° = 0,2 мг-экв/л, 1 мг-экв/л = 5 Ф°.

▪ 1 А° соответствует 1 грану CaCO_3 в 1 английском талоне (гран-единица аптекарского веса 0,06 г), 1 мг-экв/л – 3,5 А°.

7. Солесодержание < 2 г/л.

8. Хлориды < 350 мг/л, сульфаты < 500 мг/л.

9. рН = 6,5–8,5.

10. Взвешенные вещества < 25 мг/л.

11. Патогенных бактерий и опасных бактерий и вирусов не должно быть.

Цветность воды. Показатель цветности остается на уровне существующих требований к качеству воды, т. е. 30° по шкале и 25 см – прозрачность по шрифту.

Наличие металлов. Качество воды в большой степени зависит от наличия в ней ионов металлов. Особенно важным является наличие ионов железа и меди.

Твердые вещества. Высокий уровень твердых веществ может вызвать засорение фильтров, разбрызгивателей и пр.

Используя оборотную воду, предприятие снижает нормы водопотребления и водоотведения и способствует созданию экономически рациональных систем водопользования.

Норма водопотребления – максимально допустимое количество воды определенного качества, требуемое для производства 1 единицы продукции установленного качества.

Норма водоотведения – максимально допустимое количество отводимых СВ определенного качества, образующихся при производстве 1 единицы продукции и определяемое разностью между водопотреблением свежей воды и безвозвратными потерями в производстве. В зависимости от назначения к воде предъявляются определенные требования.

2.4. ВОДОПОДГОТОВКА

Обеспечение водой промышленных предприятий является одной из важных народнохозяйственных задач. В подавляющем большинстве отраслей промышленности вода используется в технологических процессах производства. Требования к количеству и качеству подаваемой воды определяются характером технологического процесса. Выполнение этих требований системой водоснабжения обеспечивает нормальную работу предприятия и надлежащее качество выпускаемой продукции.

На технологические нужды используются водопроводы технической воды, поверхностные или подземные воды, которые характеризуются показателями качества — прозрачностью, жесткостью, цветностью, значением pH, содержанием отдельных ионов, сухим остатком, наличием микроорганизмов и бактерий, органолептическими показателями.

Физико-химические свойства воды резко отличаются для разных территориальных зон, и все они подвержены сезонным колебаниям, поэтому должны проходить соответствующую водоподготовку.

В зависимости от качественного и количественного состава примесей определяют выбор комплекса ее подготовки, которая может включать следующие операции: микрофильтрацию, осветление, умягчение, обеззараживание, обескремнивание, обезжелезивание и др.

2.5. СИСТЕМА КАНАЛИЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды, отводящиеся на разных стадиях производства, характеризуются различной степенью загрязнения и составом и разделяются на потоки. Одни из них могут использоваться в качестве первых промывных вод или направляться на доочистку без предварительной очистки, другие должны проходить локальную очистку и т. д. Для небольших предприятий разделение на потоки экономически нецелесообразно, в этом случае все стоки собираются в один усреднитель.

Бытовые сточные воды (БСВ) – это сточные воды от санитарных узлов, душевых и других бытовых объектов.

Атмосферные сточные воды (АСВ) – это дождевые и талые воды. При сильном загрязнении территории они могут быть загрязнены специфическими продуктами производства, взвешенными веществами минерального и органического происхождения, а также нефтепродуктами.

Производственные сточные воды делятся на две основные категории: *загрязненные и незагрязненные* (условно чистые).

Загрязненные производственные сточные воды содержат различные примеси и могут быть разделены на три группы:

1) загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности, заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных изделий и материалов и др.);

2) загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности, заводы по производству пластмасс, каучука и др.);

3) загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности, заводы по производству продуктов органического синтеза, бумаги, витаминов и др.).

По концентрации загрязняющих веществ, производственные сточные воды разделяются на четыре группы: 1 – 500, 2 – 500–5000, 3 – 5000–30 000, 4 – более 30 000 мг/л.

Производственные сточные воды могут различаться по физическим свойствам загрязняющих их органических продуктов (например, по температуре кипения: менее 120, 120–250 и более 250 °С).

По степени агрессивности эти воды разделяют на слабоагрессивные (слабокислые с $\text{pH} = 6\text{--}6,5$ и слабощелочные с $\text{pH} = 8\text{--}9$), сильноагрессивные (сильнокислые с $\text{pH} < 6$ и сильнощелочные с $\text{pH} > 9$) и неагрессивные ($\text{pH} = 6,5\text{--}8$).

Кроме того, загрязненные производственные сточные воды классифицируются по содержанию токсичных и опасных в эпидемиологическом отношении веществ и примесей, а также по наличию концентрированных отходов производства, не подлежащих спуску в канализационную сеть.

В промышленных стоках постоянно содержатся примеси, способные оказать негативное воздействие на качество работы очистных сооружений, а также задействованной канализационной сети. Чтобы промышленные стоки не оказывали негативное воздействие на канализационную сеть, перед сбросом в систему водоотведения стоки должны быть обеззаражены и обезврежены.

Выпускаемые в городскую канализацию стоки **не должны:**

- содержать всплывающие и грубые нерастворенные осаждающиеся загрязнения, которые могут вызвать засорение труб городской сети водоотведения;

- оказывать разрушающее действие на материал труб и сооружений;

- содержать горючие вещества (бензин, нефть, масла), ядовитые, взрывоопасные смеси;

- иметь температуру больше 40 °С;

- содержать опасные бактериальные загрязнения (специфические болезнетворные микроорганизмы), радиоактивные загрязнения, ртуть, свинец, кадмий и другие отравляющие вещества;

- не должно быть жестких ПАВ;

- уровень ХПК стоков не должен быть выше БПК₅ больше, чем в 2,5 раза;

- недопустим сброс сильноокрашенных сточных вод;

- запрещены залповые сбросы высококонцентрированных сточных вод;

- уровень БПК₂₀ не должен превосходить значений, предусмотренных в

конструкторском проекте очистительной системы, применяемой для канализации;

– допустимый диапазон уровня РН составляет 6,5–8,5.

2.6. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Механическая очистка производственных сточных вод

Механическая очистка применяется для выделения из сточной воды нерастворенных минеральных и органических примесей, твердые нерастворимые частицы: песок, глина, шлак, рудные включения, волокнистые примеси в виде пуха, волокна, обрывков ткани.

Химическая очистка производственных сточных вод

Нейтрализация

Нейтрализации следует подвергать СВ с рН менее 6,5 и более 8,5, при этом необходимо учитывать нейтрализующую способность водоема, а также щелочной резерв городских сточных вод.

При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации:

- 1) взаимная нейтрализация кислых и щелочных СВ;
- 2) нейтрализация реагентами (растворы кислот, негашеная известь, гашеная известь, кальцинированная сода, аммиачная вода и др.);
- 3) фильтрование через нейтрализующие материалы (известняк, доломит, магнезит, мел и др.).

В последнее время предложен экологически чистый способ нейтрализации щелочных СВ дымовыми газами.

Физико-химические методы очистки

Физико-химические методы играют значительную роль при очистке производственных сточных вод и применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, химическими и биологическими методами.

Физико-химические методы очистки сточных вод можно разделить на три группы:

– методы, основанные на переводе загрязнения в осадок (путем сорбции на хлопьях гидроксидов металлов) или флотошлам. Это коагуляция, флокуляция, флотация и др.;

– сепаративные методы, такие как сорбция на активных углях и ионитах, обратный осмос, ультрафильтрация через мембраны и др.;

– деструктивные методы, основанные на глубоких превращениях органических молекул в результате окислительно-восстановительных процессов. При использовании их, например, происходит нарушение хромофорно-ауксохромного строения красителей с последующим расщеплением их до более простых молекул. Деструкция поверхностно-активных веществ с потерей их свойств. Наиболее широкое применение находит очистка сточных вод окислительной, окислительно-восстановительной, электрохимической, электрокаталитической

деструкцией.

Биологическая очистка сточных вод

При создании схемы очистки сточных вод химического предприятия необходимо предусмотреть доочистку после прохождения физико-химической обработки. Наиболее распространенным способом обезвреживания сточных вод является биохимический, он характеризуется более низкими энергетическими затратами, которые возрастают при физико-химическом окислении, требует меньших капитальных затрат на 1 м³ создаваемых сооружений и обеспечивает более высокую степень очистки. Сравнительный анализ различных способов показывает следующее:

- физико-химическая обработка сточных вод сопровождается большим количеством образующихся осадков;
- применение методов сорбции и каталитического окисления требует больших капитальных и эксплуатационных затрат;
- наиболее эффективна при условии предварительного извлечения из сточных вод веществ, ингибирующих биохимические процессы (сульфидов и ионов тяжелых металлов), непосредственная обработка стоков активным илом с последующей коагуляцией взвешенных веществ и отстаиванием, а также доочисткой на активных углях или озоном.

Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), включающим множество различных бактерий, простейших, водорослей, грибов и т. д., связанных между собой в единый комплекс. Главенствующая роль принадлежит бактериям, которых десятки и даже сотни видов.

С начала 80-х годов 20-го века повышается интерес к технологии очистки промышленных сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов, с помощью растений, названной фиторемедиацией (фитомелиорацией). Первые научные исследования в этой области были проведены в 50-х годах в Израиле. Этот метод очистки был назван фиторемедиацией – от греч. «фитон» (растение) и лат. «ремедиум» (восстанавливать). Метод основан на том, что многие виды растений способны накапливать поллютанты, причем их содержание в тканях и органах растений может в десятки и даже сотни раз превышать содержание в окружающей среде. В настоящее время разрабатываются несколько областей фиторемедиации – "зеленой технологии" очистки окружающей среды:

– *фитоэкстракция* – использование естественных растений-аккумуляторов, способных накапливать металлы в надземных органах специально выведенных сортов растений, и определенных обработок почвы для переноса элемента-загрязнителя в надземные части растения, которые затем утилизируются;

– *фитодеградация* – использование ферментов растений для разрушения органических загрязнителей;

– *фитофильтрация* – использование корней взрослых растений (ризофильтрация) и проростков (бластофильтрация) для поглощения загрязнителя, главным образом тяжелых металлов, из водных растворов;

– *фитостабилизация* – использование растений для перевода веществ-загрязнителей в малодоступную форму и др.

В настоящее время с развитием мембранных технологий появилось новое поколение биологической очистки – *мембранные биореакторы* (MBR).

Основные принципы комбинированной очистки

Каждый из рассмотренных выше методов очистки сточных вод характеризуется селективностью и имеет свои преимущества и недостатки. Например, пигменты, латексы, фосфаты и многие другие вещества могут быть удалены методами коагуляции и флокуляции, красители и органические соединения – с помощью активированных углей, мембранные способы хорошо очищают растворы от солей, красителей и полимеров с относительно высокой молекулярной массой. В последнем случае возможен возврат в производство не только очищенной воды, но и химических реагентов. Ни один из отдельно взятых способов очистки сточных вод для их повторного использования не может быть использован вследствие или недостаточной эффективности, или высокой стоимости данного способа, поэтому необходима комплексная технологическая схема очистки, предусматривающая совместное применение различных физико-химических способов.

2.7. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

Отходами следует считать остатки, которые практически невозможно использовать на данном этапе развития технологии и которые должны быть обезврежены и захоронены.

Отходы же, которые могут быть переработаны, есть технологические остатки или вторичные материальные ресурсы.

Таким образом, понятие отходов можно свести к следующему: отходы производства и потребления — некондиционные остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе производства и потребления товарной продукции, или товарная продукция, полностью или частично утратившая свои потребительские свойства в процессе использования или хранения, или нецелевые продукты производства, образованные попутно с товарной продукцией, которые при наличии определенных социально-эколого-экономических условий могут быть использованы в качестве сырья, материалов, полуфабрикатов.

В ряде случаев отходы являются высокотоксичными и опасными соединениями – радиоактивные отходы, образующиеся при добыче, производстве и использовании радиоактивных веществ в качестве горючего для атомных электростанций, транспортных средств (например, атомные подводные лодки); тяжелые металлы; токсичные органические соединения.

Отходы можно классифицировать по *агрегатному* состоянию.

Многие из отходов, образующихся в процессе функционирования промышленных предприятий, обладают токсическими, взрывоопасными, пожароопасными и другими свойствами, представляющими угрозу для

природной среды и здоровья людей, для нейтрализации которых производится такая процедура, как **утилизация и обезвреживание**.

По **токсичности** отходы подразделяются на *безвредные* (отходы производства кальцинированной соды), *токсичные*, *особо токсичные* (асбестовые, фенолсодержащие, ртутьсодержащие, хлорированные дифенилы, цинксодержащие, пестициды, хромсодержащие, радиоактивные вещества).

Опасные отходы должны подвергаться обезвреживанию как на установках, располагающихся локально на самом предприятии, где происходит образование этих отходов, так и на крупных станциях, построенных специально для утилизации и обезвреживания отходов.

Воздействие на живую природу химических соединений, содержащихся в отходах, происходит как прямыми (с воздухом и водой), так и косвенными (например, биологическим) методами – сначала растение, затем – животное, затем – человек.

2.8. ПУТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Химическая промышленность относится к числу отраслей, представляющих наибольшую опасность для окружающей природной среды, поскольку в результате функционирования ее предприятий в атмосферный воздух, поверхностные водоемы и почву попадает значительное количество разнообразных вредных веществ. Однако химические предприятия производят широкую номенклатуру продукции, без которой невозможно решить экологические проблемы, порождаемые не только ими самими, но и всеми другими отраслями экономики

Снижение сырьевых и энергетических ресурсов

Химико-технологический процесс является операцией добычи, обработки, переработки, транспортирования, складирования и хранения сырья и продукции производства.

С экологической точки зрения наиболее эффективны следующие приемы и **способы снижения вредного воздействия** промышленности на окружающую среду:

- комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов;
- снижение количества стадий технологических процессов;
- внедрение непрерывных процессов позволяет снижать расход сырья и тепла;
- автоматизация и компьютеризация дают возможность осуществлять производственный процесс в узких рамках оптимальных технологических параметров, что сводит к минимуму потери сырья и топлива и обеспечивает безопасность производства;
- интенсификация технологических процессов обеспечивает экономию времени, водных и энергоресурсов;
- создание комплексных энерготехнологических процессов, например в таких химических производствах, как аммиачное, что экономит сырье,

материалы и энергоресурсы;

– максимально возможная замена первичных материальных и энергетических ресурсов на вторичные.

Снизить нагрузку на окружающую среду можно экономией химикатов, воды, энергии.

Утилизация тепла

Энергетические исследования и аудиты, проводимые на предприятии, приводят к снижению расхода топлива за счет утилизации теплоты; снижения расхода тепла за счет наиболее полного использования и утилизации теплоты конденсата, а также утилизации теплоты паровоздушной смеси; снижения расхода тепла за счет замены тепловой изоляции на трубопроводах; снижения расхода тепла в системе приточной вентиляции за счет перевода обогрева калориферов с пара на воду. Это позволяет не только сократить потребление топливно-энергетических ресурсов, но и уменьшит количество вредных выбросов в атмосферу.

Анализ режимов работы систем электроосвещения

Примерно 5–10 % электропотребления предприятия расходуется на функционирование системы освещения.

Комплексная модернизация системы освещения позволяет экономить до 20–30 % электроэнергии при среднем сроке окупаемости 1,5–2 года.

Принципы зеленой химии

В последние годы в мире развивается **зеленая химия**, основная цель которой – поиск безопасных с точки зрения химии и экологии способов деятельности общества во всех аспектах – начиная от процессов производства и способов использования энергоресурсов до способов выполнения нашей ежедневной домашней работы. Химики и обычные люди, которые следуют принципам зеленой химии, нацелены на то, чтобы меньше использовать или вообще не использовать и не создавать опасных веществ и продуктов, а также процессов, в которых образуются такие вещества. Таким образом они предотвращают воздействие отходов и опасных веществ самым надежным способом – не допускают их образования.

В США эту работу возглавляет Институт Зеленой химии Американского химического общества. В России такие усилия осуществляются в ряде общественных организаций, в том числе в Научно-образовательном центре МГУ им. М. В. Ломоносова «Зеленая химия – химия в интересах устойчивого развития» и в Институте устойчивого развития РХТУ им. Д. И. Менделеева.

12 принципов Зеленой химии впервые были разработаны специалистами, работающими в промышленности, Полом Анастасом и Джоном С. Уорнером. Эти принципы создали основу, в соответствии с которой химики должны разрабатывать новые, «зеленые» материалы, продукты, процессы и системы. Принципы служат каркасом для создания инновационных решений.

Использование нанотехнологий

При получении бензинов и других углеводородов глубокая переработка вязких отходов нефтяной промышленности более эффективна при использовании в качестве каталитически активной добавки 1 % нанопорошка железа, который образует оксид и является эффективным катализатором для обезвреживания таких соединений, как CO, NO_x, SO₂.

Наноразмерные неорганические материалы с размером пор 10 –100 нм способны поглощать атомы тяжелых металлов, что может сыграть важную роль в переработке атомных отходов.

Наноразмерные частицы после обработки их поверхности лигандами могут эффективно связывать атомы тяжелых металлов или пассивировать загрязненные поверхности. Используются фотокаталитические системы (наночастицы диоксида титана) для очистки воздуха, воды, почвы. При этом, температура фотокаталитической реакции меньше 100 °С, а термокаталитической более 200 °С.

Введение наноструктурных материалов в жидкие отходы связывает загрязняющие вещества. В результате отходы очищаются до уровня, безопасного для окружающей среды.

Нанотехнологии существенно экономят ресурсы за счет сокращения расходуемых материалов, энергии и полученных отходов. Цеолиты Y и ZSM-5 с размером пор 1 нм используются в процессах каталитической переработки нефти и нефтепродуктов.

Нанопористые материалы и мембраны позволяют повысить эффективность очистки воды, стоков и т.д. Специальные материалы отфильтровывают бактерии, вирусы, отдельные молекулы.

Это имеет большое значение как при переработке отходов, так и регенерации катализаторов, создания специфических микрофильтров. Для этих целей разрабатываются новые типы керамики и новых нанопористых материалов, например, соединения никеля в матрице из жаропрочных сплавов. Наноматериалы используются при создании новых антикоррозионных покрытий для замены хромированных покрытий (со способностью к самозалечиванию), повышения адгезионной способности лаков и др.

2.9. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Механическая очистка

Газовые смеси по составу токсичных примесей можно классифицировать как грубодисперсные, аэрозольные и молекулярные.

Для очистки от пыли и аэрозолей широко применяются *пылеосадительные камеры*, осаждение пыли в которых происходит преимущественно под действием сил гравитации; *циклоны*, в которых твердые частицы осаждаются под действием центробежных сил в результате быстрого спирально-поступательного движения газового потока вдоль ограничивающей поверхности аппарата; *промыватели*, в которых твердые частицы выделяются в результате инерционного осаждения на каплях и пленках промывающей

жидкости; *фильтры с перегородками*, в которых используются эффекты касания; *электрофильтры*, в которых на взвешенные частицы действуют в основном электростатические силы (основаны на том, что под действием постоянного тока большой мощности происходит ионизация газа, положительно заряженные ионы и электроны начинают двигаться к различным электродам и увлекают за собой частички пыли. Удаление пыли происходит встряхиванием электродов. Электрофильтры используются для удаления из газов трудноулавливаемой пыли и тумана. Степень очистки составляет 98–99,9 %).

Сорбционная очистка газов

Процессы сорбции проводят периодически (в аппаратах с неподвижным слоем сорбента) и непрерывно (в аппаратах с движущимся слоем сорбента или в аппарате с неподвижным слоем, если сорбционные установки имеют несколько параллельно включенных аппаратов).

Адсорбционные методы развиваются в связи с освоением промышленного производства высокоэффективных адсорбентов – активных углей, силикагелей, синтетических цеолитов.

Сорбционный метод очистки рекомендуется при различных концентрациях одного или однотипных соединений.

Метод адсорбции основан на физических свойствах некоторых пористых материалов селективно извлекать из газовой смеси отдельные ее компоненты. Широко известный пример адсорбента с ультрамикроскопической структурой – активированный уголь. Метод адсорбции позволяет проводить очистку вредных выбросов при повышенных температурах.

Метод *хемосорбции* основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием химических соединений. Реакции хемосорбции экзотермические.

Фотокаталитическая очистка воздуха

Современное понятие «фотокатализ» звучит как «изменение скорости или возбуждение химических реакций под действием света в присутствии веществ – фотокатализаторов».

Радиационно-химические методы

Радиационно-химические методы очистки относятся к числу новых физико-химических процессов, разрабатываемых в нашей стране и за рубежом. В их основе лежит воздействие на выбросы потоком ускоренных электронов. Под их воздействием в газах происходит *радиолиз* токсичных элементов, т. е. их химические превращения. Продукты радиолиза нетоксичны.

Термический и термокаталитический методы очистки газов

Термическое дожигание (при температуре 800–1150 °С) применяется для очистки от трудно окисляемых органических смесей, в том числе в присутствии твердых веществ (сажа, древесная пыль). При наличии в смеси соединений, содержащих S, P, Cl, последние превращаются в токсичные оксиды. При использовании термического метода не всегда удается обеспечить ПДК в воздухе образующихся оксидов, поэтому в ряде случаев этот метод используется только на первой стадии очистки.

При каталитическом методе токсичные компоненты газовой смеси, взаимодействуя со специальным веществом – катализатором, превращаются в безвредные вещества.

Биотехнологические способы очистки газов

К биотехнологическим способам очистки газов относят биофильтрацию и биоабсорбцию.

При *биофильтрации* удаляемые из газов вещества должны обладать способностью осаждаться на фильтрующем материале; биологически разлагаться; продукты разложения микроорганизмов не должны отрицательно влиять на биологический процесс разложения, например, из-за сдвига pH.

При *биоабсорбции* удаляемые из газов вредные вещества должны вымываться (растворяться, диспергироваться, конденсироваться) водой или культуральной средой. Степень утилизации составляет 93–96 %.

2.10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ СДАЧИ ЗАЧЕТА

Номер вопроса	Формулировка вопроса
1	Общее понятие о природной среде, биосфере, экологии. Биогeoценоз
2	Законы экологии Б. Коммонера
3	Экологические проблемы производств органического и неорганического синтеза. Пути снижения нагрузки на окружающую среду
4	Принципы «зеленой» химии. Пути снижения негативных факторов от производственной деятельности

Номер вопроса	Формулировка вопроса
5	Цель и сущность охраны окружающей среды, экологический кризис
6	Важнейшие компоненты биосферы
7	Организационно-правовые вопросы охраны природы
8	Экологическая экспертиза
9	Задачи отдела охраны окружающей среды на предприятии
10	Эколого-экономический паспорт предприятия
11	Нормативы по предельно допустимому содержанию вредных веществ в водоемах. Типы водоемов. Характеристика воды
12	Стандарты качества природной среды. Понятие о ПДК, ПДУ, ПДВ
13	Требования к сточным водам, которые спускаются в канализацию и водоемы.
14	Органические и неорганические вещества, в том числе красители, поверхностно-активные и текстильно-вспомогательные вещества, обладающие токсическим и угнетающим действием на флору и фауну водоемов
15	Методы биотестирования в экологической оценке качества объектов окружающей среды
16	Токсичность. Эффекты комбинированного действия приоритетных загрязняющих веществ (аддитивность, антагонизм, синергизм)
17	Основные источники загрязнения воздуха предприятиями неорганической и нефтехимии
18	Очистка выбрасываемого предприятиями в атмосферу воздуха от вредных газов и пыли
19	Защита окружающей среды от физических методов воздействия
20	Водный режим предприятий, источники водообеспечения. Нормы удельных расходов воды
21	Умягчение воды
22	Водоподготовка. Критерии качества воды. Основы классификации природных и сточных вод. Нормы водопотребления и нормы водоотведения
23	Очистка воды методом ультрафильтрации
24	Канализование производственных стоков, схемы канализования в зависимости от степени загрязненности
25	Комплексные технологические схемы очистки и повторного использования сточных вод. Создание замкнутых систем, предотвращающих попадание вредных веществ в водоемы
26	Электрохимические способы очистки сточных вод
27	Деструктивные методы очистки сточных вод, механизм процессов восстановительной деструкции
28	Локальные методы очистки хромовых стоков
29	Физико-химические методы очистки сточных вод. Флотационные методы

Номер вопроса	Формулировка вопроса
30	Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция, флокуляция
31	Адсорбционная очистка сточных вод с использованием активированных углей
32	Хемосорбция, ее место в комплексной очистке сточных вод
33	Биохимические способы очистки
34	Отходы, классификация, утилизация
35	Роль каталитических процессов, биокатализ, селективность в снижении образования отходов
36	Комплексные схемы очистки и повторного использования очищенных сточных вод
37	Основные методы и механизмы обезвреживания промстоков производств органического и неорганического синтеза
38	Рациональное использование и утилизация тепла в производстве
39	Пути снижения водо-, энергопотребления, повторное использование химматериалов

4. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Первый вариант

1. Классификация загрязнений. Нормативы по предельно допустимому содержанию вредных веществ в атмосфере, почве и сточных водах.
2. ПДК водоемов, критерии вредности. Оценка токсичности. Методы биотестирования.
3. Элементы биосферы.
4. Пути снижения негативных факторов от производственной деятельности за счет внедрения малоотходных, энергосберегающих технологий, утилизации отходов. Вторичное использование материальных ресурсов.
5. Управление охраной окружающей среды на предприятии.

Второй вариант

1. Понятие «экологический кризис». Экологическая экспертиза.
2. Очистка газов.
3. Эколого-экономический паспорт предприятия.
4. Отходы, классификация, методы утилизации, пути повторного использования.
5. Деструктивные методы очистки сточных вод.

Третий вариант

1. Законы экологии Коммонера.
2. Физико-химические методы очистки сточных вод.
3. Механическая очистка газов.
4. ПДВ и ПДК – взаимосвязь.
5. Методы утилизации тепла. Комплексные технологические схемы очистки и повторного использования сточных вод. Создание замкнутых систем, предотвращающих попадание вредных веществ в водоемы.

Четвертый вариант

1. Биосфера и ее компоненты.
2. Водный режим предприятий. Водоподготовка. Критерии качества воды. Основы классификации природных и сточных вод. Условия сброса сточных вод в водоемы и городскую канализацию. Нормы водопотребления и нормы водоотведения.
3. Сорбционная очистка газов.
4. Биохимические методы очистки сточных вод.
5. Классификация загрязнений окружающей среды.

Пятый вариант

1. Разновидности ПДК. Сущность ПДК.
2. Биохимические методы очистки газовых выбросов.
3. Сорбционные методы очистки СВ.
4. Водоподготовка.
5. Использование дымовых газов в химической очистке СВ.

Шестой вариант

1. Реагентные методы очистки сточных вод.
2. Принципы *зеленой химии*.
3. ПДК загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны. Классы опасности загрязнений.
4. Термический и термокаталитический методы очистки газов.
5. Умягчение технологической воды на предприятии.

В соответствии с учебным планом по дисциплине сдается зачет (после отработки лабораторного практикума и выполнения контрольной работы).

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа с учебной литературой. При этом следует руководствоваться данной рабочей программой и методическими указаниями.

Лабораторный практикум студенты выполняют после изучения материала по учебнику, выполнения и зачета контрольной работы.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Буринская, А. А. Экологические проблемы производств органических и неорганических веществ: учеб. пособие / А. А. Буринская. – СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2019. – 230 с. – <http://publish.sutd.ru>.

2. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: метод. указания / сост. С. В. Спицкий. – СПб.: СПбГУПТД, 2015. – 39 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.

3. Организация самостоятельной работы обучающихся: метод. указания / сост.: И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПбГУПТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks

(<http://www.iprbookshop.ru/>).

2. Электронные библиотечные ресурсы СПбГУПТД.

(<http://publish.sutd.ru/>).

3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru.

(<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).

4. Информационно-образовательная среда заочной формы обучения СПбГУПТД (http://sutd.ru/studentam/extramural_student/).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование /ред. О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева. – М.: Издат. центр «Академия», 2010 – 288 с.

2. Безруков, М. Е. Экотоксикология природных и сточных вод. Комбинированные эффекты приоритетных загрязняющих веществ / М. Е. Безруков. – НИИ имии ННГУ, 2007. – 143 с.

3. Остроумов, С. А. Биологические эффекты при воздействии ПАВ на организмы. /С. А. Остроумов. – М.: МАКС-пресс, 2001. – 334 с.

4. Учебное пособие для студентов к практическим занятиям по разделу «Санитарная охрана почвы и очистка населенных мест» [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. Л. Карпенко [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургская гос. мед. академия, 2011. – 74 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31847.html> – ЭБС «IPRbooks».

5. Прикладная экология отделочного производства: метод. указания к лабораторным работам / сост. А. А. Буринская, Н. В. Дашенко, В. В. Пономарева. – СПб.: ЛЕМА, 2005. – 50 с.

6. Высшие водные растения для очистки сточных вод / Ю. А. Тарушкина, Л. Н. Ольшанская, О. Е. Мечева, А. С. Лазуткина // Экология и промышленность России, 2006. – № 5 – С. 36 – 39.
7. Буринская, А. А. Экологические проблемы отделочного производства: учеб. пособие / А. А. Буринская, О. В. Петрова. – СПб.: СПГУТД, 2006. – 64 с.
8. Ибатулин, Р. Р. О начислении экологических платежей абонентам водоканала / Р. Р. Ибатулин, И. И. Мути, М. Н. Мингазов. // Экология и промышленность России. – 2008. – № 3 – С. 18 – 20.
9. Черп, О. П. Экологическая оценка и экологическая экспертиза / О. П. Черп, В. Н. Виниченко. – М.: Изд. центр «Академия», 2001. – 116 с.
10. Шустер, К. Технология напорной флотации B&S-DAF / К. Шустер, Х. Бенуа, Н. Инго // Промышленная экология. – 2007. – № 4. – С. 48 – 54.
11. Морозов, Н. В. Экологическая биотехнология / Н. В. Морозов. – Изд-во Казанского пед. университета, 2001. – 340 с.
12. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях: учеб. пособие / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев; под общ. ред. М. Н. Федорова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 124 с.
13. Hunger, K. Toxicology and Toxicological Testing of Colorants. Review of Progress in Coloration. V. 35, 2005. – P. 76 – 91.
14. Joshi, M. Developments in new processes for colour removal from effluent / M. Joshi, R. Purwar // Rev. Prog. Color. – 2004. – P. 58 – 71.
15. Yuan, Z. Decolorisation of H- acid manufacturing process wastewater by anion exchange resin / Z. Yuan, P. Yu, Y. Luo // Society of Dyers and Colourists, Color. Technol. – 2007. – P. 323 – 328.
16. Стадницкий, Г. В. Экология: учебник для вузов / Г. В. Стадницкий. – СПб.: Химиздат, 2004. – 288 с.
17. Рукавный фильтр [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://ig.ua/ru/luhr/rukavnye_filttry.html, свободный.
18. Учебное пособие для студентов к практическим занятиям по разделу «Санитарная охрана почвы и очистка населенных мест» [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. Л. Карпенко [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургская гос. мед. академия, 2011. – 74 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31847.html> – ЭБС «IPRbooks».
19. Влияние сочетанного химического и электромагнитного загрязнения на биологические свойства почв [Электронный ресурс]: монография / М. С. Мазанко [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов н/Д: Южный федеральный ун-т, 2013. – 174 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46932.html> – ЭБС «IPRbooks».
20. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / под науч. ред. Л. П. Зайченко. – СПб., 2007. – 239 с.
21. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / под ред. В. А. Колесникова [и др.]. – М., 2007. – 304 с.

22. Дзюбенко, В. Г. Мембранные технологии в программе «Чистая Вода» / В. Г. Дзюбенко, А. С. Кондрашов. // Водоснабжение и канализация. – 2010. – № 1, 2.

23. Гвоздовский, В. И. Промышленная экология. Ч. 2. Технологические системы производства: учеб. пособие / В. И. Гвоздовский. – Самара: Самарский гос. архитектурно-строительный ун-т, ЭБС АСВ, 2011. – 116 с. <http://www.iprbookshop.ru/>.

24. Буринская, А. А. Экологические проблемы химической технологии: учеб. пособие / А. А. Буринская, С. А. Захаренков. – СПб.: ФГБОУВПО СПГУТД, 2012. – 176 с. <http://publish.sutd.ru>.

25. Гридэл, Т. Е. Промышленная экология: учеб. пособие / Т. Е. Гридэл, Б. Р. Алленби. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 527 с. <http://www.iprbookshop.ru/12830>.

26. Зайцев, В. А. Промышленная экология: учеб. пособие / В. А. Зайцев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 382 с. <http://www.iprbookshop.ru/12265>.

27. Абсеитов, Е. Т. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник / Е. Т. Абсеитов. – Электрон. текстовые данные. – Алматы: Нур-Принт, 2016. – 489 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67125.html>.

28. Лотош, В. Е. Переработка отходов природопользования: учеб. издание / В. Е. Лотош. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2007. – 463 с.

29. Акинин, Н. И. Промышленная экология. Принципы, подходы, технические решения / Н. И. Акинин. – М.: Интеллект. 2011. – 312 с.

30. Клепиков, О. В. Оценка риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей атмосферного воздуха [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. В. Клепиков, Л. Н. Костылева. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т инженерных технологий, 2013. – 60 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47440>. – ЭБС «IPRbooks».

31. Викулина, В. Б. Метрологическое обеспечение контроля качества воды [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский гос. строительный ун-т, ЭБС АСВ, 2011. – 183 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16372.html>. – ЭБС «IPRbooks».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1.Содержание дисциплины.....	5
2. Краткое содержание лекционного курса.....	6
2.1. Виды антропогенных воздействий на природу. Классификация загрязнений окружающей среды.....	6
2.2. Методы биотестирования в экологической оценке качества объектов окружающей среды (вода, почва, отходы).....	9
2.3. Нормативные требования к качеству воды в зависимости от ее назначения.....	10
2.4. Водоподготовка.....	13
2.5. Система канализования сточных вод.....	13
2.6. Методы очистки сточных вод.....	15
2.7. Классификация, переработка и утилизация отходов.....	17
2.8. Пути снижения уровня нагрузки на окружающую среду от химико-технологических производств.....	18
2.9. Методы очистки газов.....	20
2.10. Экологическая экспертиза.....	22
3. Перечень вопросов для сдачи зачета.....	22
4. Тематика контрольных работ.....	24
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	26
6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.....	26
Библиографический список.....	26