

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Н.Э. Коломиец, Т.В. Полуэктова, Н.Ю. Абрамец

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Томск
Издательство СибГМУ
2021

УДК 574(075.8)
ББК 51.201я73+28.080я73
К 612

К 612 Коломиец Н.Э. **Фармацевтическая экология**: учебное пособие / Н. Э. Коломиец, Т. В. Полуэктова, Н. Ю. Абрамец. – Томск: Издательство СибГМУ, 2021. – 175 с.

Учебное пособие предназначено для студентов фармацевтических факультетов, обучающихся по направлению подготовки «Фармация».

Учебное пособие состоит из трех теоретических частей, а также содержит разделы «Практические работы» и «Ситуационные задачи». В теоретических разделах рассмотрены вопросы загрязнения окружающей среды, экологии фармацевтических предприятий, экологического менеджмента, экологического мониторинга, вопросы экологии и здоровья человека. В пособии представлены практические работы по оценке качества воды и лекарственного растительного сырья.

УДК 574(075.8)
ББК 51.201я73+28.080я73

Рецензент:

Н.Г. Никифорова, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой гигиены и экологии медико-профилактического факультета Новосибирского государственного медицинского университета.

Рекомендовано учебно-методической комиссией фармацевтического факультета СибГМУ (протокол № 5 от 08.09.2020 г.)

© Издательство СибГМУ, 2021
© Н.Э. Коломиец, Т.В. Полуэктова, Н.Ю. Абрамец, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| РАЗДЕЛ 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ | 5 |
| Тема 1. Загрязнение. Виды загрязнения: химическое, физическое, биологическое, механическое | 5 |
| Тема 2. Загрязнение атмосферного воздуха: источники, количество и структура загрязнений | 13 |
| Тема 3. Загрязнение гидросферы | 21 |
| Тема 4. Очистка и обеззараживание сточных вод | 29 |
| Тема 5. Загрязнение лекарственных растений. Охрана лекарственных растений..... | 44 |
| РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ | 67 |
| Тема 1. Экология фармацевтических предприятий: общие требования к организации и контролю производства | 69 |
| Тема 2. Система экологического менеджмента | 91 |
| Тема 3. Экологические платежи. Плата за негативное воздействие на окружающую среду. Ответственность за непредставление расчетов и невнесение платы за НВОС | 95 |
| РАЗДЕЛ 3. ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА | 103 |
| Тема 1. Факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека | 103 |
| Тема 2. Экология жилища..... | 121 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ | 142 |
| Тема 1. Санитарный контроль водоемов..... | 142 |
| Тема 2. Оценка эффективности очистки сточных вод..... | 148 |
| Тема 3. Определение уровня радиоактивности лекарственного растительного сырья | 153 |
| СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ И ЭТАЛОНЫ ИХ РЕШЕНИЯ | 158 |
| Эталонные ответы к тестовым заданиям | 171 |
| Рекомендуемая литература | 173 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее значимый вред окружающей природной среде и человеку наносят промышленные предприятия, автомобильный транспорт, интенсивное ведение хозяйственной деятельности человека, которые являются неотъемлемыми компонентами урбанизированных территорий. Все это требует должного внимания и нового подхода к организации и функционированию предприятий, обеспечению экологической безопасности обращения лекарственных средств, лекарственного растительного сырья, медицинских изделий, разумного, рационального природопользования, позволяющего удовлетворять жизненные потребности людей в сочетании с охраной и воспроизводством окружающей природной среды.

Не менее актуальными являются вопросы путей поступления в организм человека загрязнителей окружающей среды, заболеваний, возникающих в результате воздействия техногенных загрязнений, рекреационных возможностей природных и антропогенных экосистем для улучшения здоровья человека.

В пособии рассмотрены следующие вопросы: современное предприятие и его роль в загрязнении производственными отходами окружающей среды: атмосферы, водных объектов, почв; энергетические загрязнения; количественная и качественная характеристика загрязнений; изменения в окружающей среде под воздействием промышленного загрязнения; влияние изменений окружающей природной среды на здоровье человека, благополучие общества; малоотходные технологии и ресурсосберегающая техника как основа оптимального сочетания экологических социальных и экономических интересов общества.

РАЗДЕЛ 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Тема 1. Загрязнение. Виды загрязнения: химическое, физическое, биологическое, механическое

Цель: сформировать у обучающихся понятие о загрязнении, видах и источниках загрязнения; сформировать представления о последствиях загрязнения для окружающей среды и человека.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Какие виды антропогенных загрязнений выделяют?
2. Какие источники радиоактивного излучения, созданные человеком, вам известны?
3. Что понимают под биологическим загрязнением?
4. Что понимают под химическим и механическим загрязнением?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Загрязнение окружающей среды подразделяют на природное, вызванное какими-то естественными причинами: извержение вулканов, разломы земной коры, стихийные пожары, пыльные бури и т. д., и антропогенное, возникающее в связи с хозяйственной деятельностью человека.

Среди антропогенных загрязнений выделяют: физическое, механическое, биологическое, геологическое, химическое.

К физическому загрязнению относят такие его виды, как термическое (тепловое), световое, шумовое, вибрационное, электромагнитное, ионизирующее.

Тепловое загрязнение — изменение температуры среды в связи с выбросами нагретых или охлажденных газов, воздуха, воды в окружающую среду.

Примером повышения температуры воды могут служить выпуски теплых вод от различных энергетических установок (тепловые, атомные станции, котельные) в водные объекты. Повышение температуры оказывает существенное влияние на термический и биологический режимы в водных объектах, нарушаются условия нереста рыб, повышается зараженность их паразитами, снижается количество растворенного кислорода и т.д.

Источниками повышения температуры грунтов является подземное строительство, прокладка коммуникаций. Повышение температуры грунтов стимулирует деятельность микроорганизмов, которые являются агентами коррозии различных коммуникаций.

Световое загрязнение — нарушение естественной освещенности среды, приводящее к нарушению ритмов активности живых организмов. Увеличение мутности воды в водных объектах снижает поступление солнечного света на глубину и затрудняет фотосинтез водной растительности.

Шумовое загрязнение. Звук как физическое явление представляет собой волновое движение упругой среды. *Шум* — всякого рода звуки, мешающие восприятию полезных звуков или нарушающие тишину. Звуковой диапазон частоты, который воспринимает ухо человека, составляет от 16 до 20 000 Гц. Звуковые волны с частотой ниже 20 Гц называют *инфразвуковыми*, выше 20 000 — *ультразвуковыми*. Громкость звука зависит от амплитуды звуковых колебаний. Звуковое воздействие оценивают относительной интенсивностью звука (уровень шума), которую численно выражают в децибелах (дБ).

Источниками шума являются все виды транспорта, промышленные предприятия, бытовая техника и др. Мощными источниками шума являются аэропорты, наибольший шум создают самолеты при взлете. В жилых помещениях большое число источников шума: работающие лифты, вентиляторы, насосы, телевизоры, громкие разговоры и т. д.

Шум отрицательно воздействует на здоровье человека. Особенно тяжело переносятся внезапные резкие звуки высокой частоты. При уровне шума более 90 дБ происходит постепенное ослабление слуха, заболевание нервной, сердечно-сосудистой системы, психические расстройства и др. Особенно существенны последствия воздействия инфразвука и ультразвука. Инфразвук вызывает резонанс в различных внутренних органах человека, нарушается зрение, функциональное состояние нервной системы, внутренних органов, происходит нервное возбуждение и др.

Вибрационное загрязнение связано с акустическими колебаниями разных частот и инфразвуковыми колебаниями. Источниками инфразвуковых колебаний и связанной с ними вибрации являются компрессорные, насосные станции, вентиляторы, виброплощадки, кондиционеры, градирни, турбины дизельных электростанций. Вибрации распространяются по металлическим конструкциям оборудования и через их основания достигают фундаментов общественных и жилых зданий, передаются на ограждающие конструкции отдельных помещений.

Вибрации негативно воздействуют на людей, вызывают раздражающее действие и служат помехой в работе и отдыхе. При передаче вибраций происходит неравномерная осадка фундаментов и оснований, что может привести к деформации и разрушению инженерных сооружений.

Электромагнитное загрязнение. Развитие энергетики, электроники и радиотехники вызвало загрязнение окружающей среды электромагнитными полями. Главными их источниками являются электростанции и подстанции, телевизионные и радиолокационные станции, высоковольтные линии электропередач, электротранспорт и др.

Мерой воздействия электромагнитных полей является напряженность поля. Поля повышенной напряженности оказывают негативное воздействие на организм человека, вызывают расстройство нервной системы, головную боль, утомляемость, развитие неврозов, бессонницу и т.д.

Ионизирующее излучение — это такое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию в ней ионов (положительно или отрицательно заряженных частиц) из нейтральных атомов или молекул. Различают несколько видов ионизирующего излучения.

Гамма-излучение представляет собой поток электромагнитных волн, имеет высокую проникающую способность, скорость распространения его близка к скорости света. В воздухе может распространяться на сотни метров, свободно проходить через тело человека и других организмов.

Бета-излучение состоит из потока отрицательно заряженных частичек — электронов, проникает в воздухе на несколько метров, а в живых тканях и воде — на несколько миллиметров.

Альфа-излучение — это поток положительно заряженных частичек (ядер атомов гелия), проникающая способность их небольшая, а ионизирующая способность огромна, поэтому наибольшую опасность они представляют при попадании внутрь организма.

Воздействие ионизирующего излучения на человека приводит к его облучению. Количественной оценкой ионизации организма является доза облучения. **Поглощенная доза облучения** — это количество энергии радиации, поглощенное единицей массы облучаемого тела, выраженное в греях.

Под воздействием ионизирующего излучения происходит ионизация веществ в теле организма на молекулярном уровне, вызывая сильные изменения (в зависимости от дозы облучения) в ядрах клеток, нарушая их нормальное функционирование.

До середины XX века основными источниками ионизирующего излучения были природные источники — космические лучи и горные породы. Но и тогда уровни радиации значительно отличались, до-

стигая наибольших значений в районах месторождений урановых руд, радиоактивных сланцев, фосфоритов, кристаллических пород и т. д.

В настоящее время источники радиоактивного излучения, созданные человеком, привели к повышению естественного радиационного фона.

Дозы облучения населения от природных источников зависят от высоты городов над уровнем моря, геологического строения территории. Для жителей горных районов уровень облучения от космических лучей возрастает. Экипажи самолетов и пассажиры, которые часто летают на высотах 8–11 км, могут получать значительные дозы радиации. Повышение дозы облучения от природных источников может быть вызвано использованием при строительстве зданий, дорог или при планировке территорий строительных материалов с высоким содержанием радионуклидов. Опасным природным источником внутреннего облучения является газ радон. Это радиоактивный газ, продукт радиоактивного распада радия и тория. В настоящее время выявлено, что на всех континентах во многих помещениях он присутствует. Он поступает из горных пород оснований зданий и сооружений и накапливается в подвалах и помещениях первых этажей, особенно при их недостаточной вентиляции, а также через трещины, щели в стенах и перекрытиях поступает на другие этажи. Источниками радона также являются строительные материалы, из которых построены здания и сооружения.

Источники радиоактивного излучения, созданные человеком

Радиационные аэрозоли, которые поступают в атмосферу при испытаниях ядерного оружия.

Распространенным источником облучения являются медицинские процедуры (особенно рентгенологическое обследование). Дозы облучения во многом зависят от квалификации персонала и состояния оборудования.

Атомная энергетика вносит существенный вклад в повышение радиационного фона: при складировании отходов, образующихся при добыче и обогащении урановых руд, производстве ядерного топлива, при захоронении отработанного ядерного топлива и отслужившего срок эксплуатации оборудования АЭС, но наибольшую опасность представляют аварии на атомных электростанциях.

Механическое загрязнение — загрязнение среды материалами, оказывающими лишь механическое воздействие без химических последствий. Примеры: заиливание водных объектов грунтами, поступление пыли в атмосферу, свалка строительного мусора на земельном участке.

Химическое загрязнение — изменение естественных химических свойств среды в результате выбросов промышленными предприятиями, транспортом, сельским хозяйством различных за-

грязнителей. Например, выбросы в атмосферу продуктов сжигания углеводородного топлива, загрязнение почв пестицидами, сброс в водоемы неочищенных сточных вод. Одними из наиболее опасных загрязнителей являются тяжелые металлы и синтетические органические соединения.

Биологическое загрязнение — это случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных и микроорганизмов. Биологическое загрязнение разделяют на бактериальное и органическое.

Биологическое загрязнение в результате случайной интродукции в природную среду животных и растений также наносит ощутимый ущерб благополучию сложившихся экосистем. Только за последние 10–15 лет в импортной продукции было обнаружено более 150 видов семян сорняков растений, большинство из которых не произрастает в России. Наиболее засоренным было зерно пшеницы из США. Следовательно, наряду с зерном мы импортируем и сотни миллионов семян сорняков, часть которых весьма злостные.

Колорадский жук был также завезен случайно, но теперь в 62 краях, областях и республиках РФ, в том числе и Сибири, он стал злостным вредителем. На борьбу с этим вредителем тратятся большие средства, потери урожая огромны.

Основными источниками биологического воздействия являются сточные воды предприятий пищевой и кожевенной промышленности, бытовые и промышленные свалки, кладбища, канализационная сеть, поля орошения и др.

Особенно загрязняют среду предприятия, производящие антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и др., то есть предприятия промышленного биосинтеза, в выбросах которого присутствуют живые клетки микроорганизмов. К биологическому загрязнению можно также отнести преднамеренную и случайную интродукцию, чрезмерную эксплуатацию живых организмов. Так, в городах наличие свалок, несвоевременная уборка бытовых отходов привели к численному росту синантропных животных: крыс, насекомых, голубей, ворон и др.

Новая экологическая опасность создается в связи с развитием биотехнологии и генной инженерии. При несоблюдении санитарных норм возможно попадание из лаборатории или завода в окружающую природную среду микроорганизмов и биологических веществ. Поэтому в районах размещения таких предприятий ведется особый контроль состояния воздуха, воды, почвы.

Также одним из видов биологического загрязнения окружающей природной среды является создание бактериологического

(биологического) оружия, которое способно вызывать массовые инфекционные заболевания людей и животных чумой, холерой, сибирской язвой, оспой, геморрагической лихорадкой Эбола, чумой крупного рогатого скота, пирикуляриозом риса, вирусом Нипах; туляремией; ботулиническим токсином; вирусом Химеры.

История намеренного биологического загрязнения достаточно давняя и начинается со времен междоусобных и захватнических войн, когда в осажденные крепости проникали лазутчики и отравляли колодцы с питьевой водой.

Разработка, производство и использование биологического и химического оружия запрещается международными договорами, которые подписаны большинством государств-членов ВОЗ. К этим договорам относятся Женевский протокол 1925 года, Конвенция о запрещении биологического и токсинного оружия (Biological Weapons Convention) 1972 года, Конвенция о запрещении химического оружия 1993 года и др. Но, учитывая тот факт, что эти документы подписаны не всеми мировыми государствами, остаются вполне обоснованные опасения, что кто-либо может попытаться использовать такое оружие. Случаи использования отравляющих газов (горчичного и нервно-паралитического) в ходе войны между Ираком и Исламской Республикой Иран в 1988 г., два случая использования зарина (в 1994, 1995 гг.) религиозной сектой «Аум Синрикё» в местах общего пользования в Японии (в том числе в токийском метро), распространение спор сибирской язвы через почтовую систему Соединенных Штатов в 2001 г. (повлекшее гибель пяти человек) подтверждают необходимость быть готовыми к подобным ситуациям.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что относят к физическому загрязнению?
2. Какие виды загрязнения относят к тепловому загрязнению?
3. Какие источники светового загрязнения вам известны?
4. Что понимают под вибрационным загрязнением?
5. Чем опасно ионизирующее излучение?
6. Какие виды излучения используются человеком?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НЕБЛАГОПОЛУЧИЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЕСЯ ГЛУБОКИМИ НЕОБРАТИМЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СУЩЕСТВЕННЫМ УХУДШЕНИЕМ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, НАЗЫВАЕТСЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ
1) риском

- 2) кризисом
- 3) катастрофой
- 4) происшествием

2. К ЗАГРЯЗНЕНИЮ И ХИМИЧЕСКОМУ ОТРАВЛЕНИЮ ПОЧВ ПРИВОДИТ

- 1) промышленность и сельское хозяйство
- 2) строительство очистных сооружений
- 3) установка промышленных фильтров типа «Циклон»
- 4) фортификация

3. ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, НАПРАВЛЕННАЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, НАРУШЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ИЛИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ, ЯВЛЯЕТСЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

- 1) конструктивным
- 2) стабилизирующим
- 3) деструктивным
- 4) индифферентным

4. ПОД ТЕРМИНОМ «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» (ОС) ПОНИМАЮТ

- 1) целостную систему взаимосвязанных природных и антропогенных явлений и объектов, в которых протекает жизнедеятельность человека
- 2) глобальную экосистему Земли
- 3) совокупность атмосферы, гидросферы, литосферы
- 4) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов

5. ОСНОВНЫМИ АНТРОПОГЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ БИОСФЕРЫ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) извержения вулканов
- 2) промышленные тепловые выбросы, все виды излучений и полей антропогенного происхождения, воздействующие на ОПС
- 3) солнечная радиация, радиационный фон Земли
- 4) инфразвук, возникающий при землетрясениях, оползнях и сходах лавин

6. ПОД ПДК ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОНИМАЮТ

- 1) концентрацию вредного вещества, не вызывающую острого отравления у человека
- 2) предельно допустимую концентрацию вредного вещества в окружающей среде, не оказывающую в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на потомство, не снижающую работоспособности человека, не ухудшающую его самочувствия и условий жизни

3) максимальную концентрацию вредного вещества в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа

4) минимальную концентрацию вредного вещества в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа

7. ПОД ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫМ ВЫБРОСОМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПОНИМАЮТ

1) максимальную массу вредного вещества, выбрасываемую предприятием в атмосферу при аварийном режиме работы

2) норматив выброса вредного вещества в атмосферу, устанавливаемый для стационарного источника загрязнения с учетом технических нормативов и фоновое загрязнение воздуха, при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха и других экологических нормативов

3) массу вредного вещества, выбрасываемого всеми предприятиями данного региона

4) общую массу вредного вещества, выбрасываемую предприятием за определенный период времени

8. НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫМ МЕТОДОМ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОТ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЧИТАЕТСЯ

1) контроль количества выбрасываемых вредных веществ

2) очистка выбросов (сбросов), содержащих вредные вещества, в окружающую природную среду

3) полный переход к безотходным и малоотходным технологиям

4) контроль количества выбрасываемых отходов и взимание оплаты за загрязнение окружающей природной среды

9. ПОД ФОНОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПОНИМАЮТ

1) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и антропогенных процессов

2) минимальную концентрацию веществ в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа

3) такую концентрацию вредных веществ, которая не вызывает изменений в состоянии здоровья людей

4) концентрацию веществ в выбросах, сбросах предприятий при нормальном режиме работы

10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ СОПРЯЖЕНО С НЕКОТОРЫМ РИСКОМ, ПОСКОЛЬКУ

- 1) удобрения плохо растворимы в дождевой воде
- 2) при смыве с полей удобрения могут загрязнять водоемы
- 3) удобрения токсичны для деревьев и лесных растений
- 4) удобрения слишком дороги для многих фермеров

Тема 2. Загрязнение атмосферного воздуха: источники, количество и структура загрязнений

Цель: сформировать у студентов знания об основных источниках и структуре загрязнения атмосферного воздуха; представления об особенностях нормирования, мониторинге и контроле качества атмосферного воздуха.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Что понимается под термином «атмосферный воздух»?
2. Что относится к основным загрязнителям атмосферного воздуха?
3. Какие показатели качества атмосферного воздуха используют в РФ?
4. В чем заключается мониторинг атмосферного воздуха?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Атмосферный воздух — жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений (ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»).

По последним оценкам ВОЗ примерно 7 миллионов случаев преждевременной смерти обусловлено загрязнением атмосферного воздуха и воздуха внутри помещений. На сегодняшний день это один из самых значительных глобальных факторов риска для здоровья, сопоставимый с таким фактором риска, как табак, и уступающий по значимости лишь факторам риска, связанным с гипертонией и питанием. Жители стран с низким и средним уровнями дохода подвергаются непропорциональному воздействию фактора загрязнения атмосферного воздуха — 88 % (из 3,7 миллиона случаев преждевременной смерти) приходится на страны с низким и средним уровнями дохода (страны Западной части Тихого океана и Юго-Восточной Азии).

В атмосферу Земли ежегодно поступает 150 млн тонн различных аэрозолей; 220 млн тонн диоксида серы; 450 млн тонн оксида

углерода; 75 млн тонн оксидов азота. В год на каждого жителя Земли приходится в среднем 300 кг выбросов в атмосферу.

Основными источниками загрязнения внешней воздушной среды являются:

- промышленные предприятия, в первую очередь химические, нефтехимические, металлургические заводы. На их долю приходится 15–20 % выбросов;
- теплогенерирующие установки (тепловые электростанции, отопительные и производственные котельные). На выбросы энергетических объектов приходится около 60 % выбросов;
- различные виды транспорта выбрасывают в атмосферу около 20–25 % различных вредных веществ.

Наиболее распространенные виды вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу от стационарных источников по ряду городов России, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в ряде городов России, тыс. т/ год

| Город | Вредные вещества | | | | | |
|------------------|------------------|---------|-----------------------|-------------|--------------|----------------|
| | Всего | твердые | газообразные и жидкие | из них | | |
| | | | | оксиды серы | оксиды азота | оксид углерода |
| Архангельск | 85 | 20 | 65 | 45 | 5 | 13 |
| Братск | 158 | 41 | 117 | 21 | 6 | 85 |
| Волгоград | 228 | 42 | 186 | 38 | 19 | 60 |
| Иркутск | 94 | 29 | 65 | 29 | 8 | 26 |
| Кемерово | 122 | 37 | 85 | 26 | 28 | 21 |
| Красноярск | 259 | 78 | 181 | 39 | 13 | 115 |
| Магнитогорск | 849 | 170 | 679 | 84 | 34 | 548 |
| Москва | 312 | 30 | 282 | 70 | 99 | 28 |
| Новокузнецк | 833 | 136 | 697 | 90 | 34 | 562 |
| Санкт-Петербург | 236 | 46 | 190 | 74 | 47 | 41 |
| Усть-Каменогорск | 143 | 24 | 119 | 69 | 12 | 36 |
| Уфа | 304 | 9 | 295 | 72 | 25 | 36 |
| Челябинск | 427 | 94 | 333 | 60 | 29 | 210 |
| Томск | 296,48 | 37,39 | 259,48 | 10,18 | 16,81 | 137,51 |

Твердые частицы в воздухе образуют аэродисперсную систему: аэросуспензия с фракциями более 10 мкм — грубая пыль с фракциями менее 10 мкм — тонкая пыль, аэрозоль с фракциями менее 0,1 мкм — дым. В зависимости от размеров частиц варьирует их время пребывания в воздушной среде. Мелкие фракции взвесей способны удерживаться в нижних слоях атмосферы (в зоне дыхания человека) длительное время. Часть высокодисперсной пыли подни-

мается в высокие слои атмосферы и с потоком воздушных течений переносится на сотни километров, достигая территории соседних государств.

Главные загрязнители атмосферного воздуха

1. Углекислый газ (CO_2), образующийся при сгорании различных углеродсодержащих соединений. Увеличение содержания этого газа в атмосфере может вызвать опасное повышение температуры у поверхности земли, что чревато пагубными геохимическими и экологическими последствиями.

2. Угарный газ (CO), образующийся в результате неполного сгорания ископаемого топлива — каменного угля и нефти. Основные источники: металлургическая промышленность, ТЭЦ, нефтеперерабатывающие заводы и двигатели внутреннего сгорания. При сгорании на электростанции одной тонны топлива образуется 20 кг окиси углерода, 160–200 кг сажи. Окись углерода вызывает в организме кислородную недостаточность, расстройства в работе нервной системы, нарушает фосфорный и азотистый обмен, вызывает азотемию, изменение содержания белков плазмы.

3. Сернистый газ (SO_2). Содержится в дымах энергетических и промышленных предприятий, в выхлопных газах и в бытовом топливе. Источниками загрязнения сернистыми газами (SO_2 , H_2S , CS_2) являются металлургические, нефтеперерабатывающие предприятия, автотранспорт, энергетические установки, особенно котельные, работающие на твердом топливе. Составной частью всех сортов углей (от 1 до 6 %) является сера. При горении угля только 10 % серы (сульфатная сера) не горит и остается с золой и шлаком. Остальная «горючая сера» при горении образует сернистый газ и небольшое количество серного ангидрида (SO_3), которые выбрасываются в атмосферу. Эти сернистые соединения принадлежат к числу наиболее важных и вредных соединений. Загрязнение воздуха сернистым газом вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред деревьям, особенно хвойным, и другим растениям, разъедает сооружения из известняка (мрамора) и некоторые синтетические ткани и материалы. Сернистый газ способствует возникновению хронического гастрита, бронхита, ларингита и эмфиземы легких; вызывает задержку физического развития детей и т.д.

4. Оксиды азота. Основные источники оксидов азота — двигатели внутреннего сгорания, двигатели реактивных самолетов, домы, предприятия химической промышленности, лесные пожары и чрезмерное использование химических удобрений.

Оксиды азота — один из ведущих факторов возникновения смога, могут вызвать респираторные заболевания и бронхит у новорожденных, способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности, что приводит к истощению запасов кислорода в воде, к

гибели рыбы, к ухудшению качества вод (эвтрофия водоемов). Оксиды азота образуют в организме человека метгемоглобин, а также понижают кровяное давление.

5. Ртуть. Содержится в продуктах сгорания ископаемого топлива, отходах лакокрасочного производства, выделяется при обогащении руд. Ртуть — один из опасных загрязнителей пищевых продуктов, обладает способностью накапливаться в организме. Она разрушает нервную систему, ослабляет умственные способности, вызывает импотенцию, ускоряет старение организма.

6. Свинец. Органическое производное свинца — тетраэтилсвинец — добавляется в бензин, чтобы повысить устойчивость к детонации, и поэтому содержится в выхлопных газах. Другие источники: предприятия по переработке свинцовой руды, химическая промышленность и пестициды. Свинец — токсичный элемент, обладающий кумулятивными свойствами, действует на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках, накапливается в морских отложениях и пресной воде, он вызывает мышечную слабость, паралич лучевого нерва, свинцовые колики, воспаление головного мозга, поражение почек, печени.

7. Нефть. Загрязнение нефтью происходит при добыче и переработке нефти, при ее перевозке (сброс балластных вод из танкеров), при морских катастрофах. Главные загрязнители — углеводороды. В воздухе крупных городов обнаруживается до 50 различных соединений углеводородов — парафины, олефины. Нефть в окружающей среде приводит к пагубным экологическим последствиям: загрязняет побережье, вызывает гибель планктонных организмов, рыб, морских птиц, млекопитающих.

К веществам I класса опасности относится 3,4-бенз(а)пирен — вещество из группы полиароматических углеводородов. Источниками его поступления в окружающую среду являются производства, включающие процессы горения (ТЭЦ, котельные, нефтехимические и асфальтобитумные производства, производство алюминия, пиролиз), автотранспорт, горящие свалки и т.д. В связи с этим определение его содержания в воздушных средах является крайне актуальной задачей. Группа международных экспертов отнесла бенз(а)пирен к числу веществ, для которых имеются ограниченные доказательства канцерогенного действия на человека и достоверные доказательства канцерогенного действия на животных.

8. Пестициды. Пестициды применяются главным образом в сельском хозяйстве. Они, как правило, очень токсичны для живых организмов даже в низких концентрациях. Использование авиации для распыления пестицидов приводит к массивному загрязнению атмосферного воздуха. Хроническое действие пестицидов на орга-

низм проявляется в реальной опасности возникновения отдаленных последствий.

9. Радиация. Источниками радиоактивного загрязнения могут служить атомные электростанции, экспериментальные ядерные установки, использующие радиоактивные вещества. Радиоактивное загрязнение возникает при производстве ядерного топлива, изготовлении и испытании атомного оружия, эксплуатации судов, использующих ядерное топливо, при авариях на атомных установках.

10. На предприятиях химико-фармацевтической промышленности при производстве антибиотиков из ферментеров в атмосферный воздух могут попадать грибы-продуценты и антибиотики.

Оптимальные для жизнедеятельности человека условия окружающей среды и один из ее важнейших компонентов — атмосферный воздух — находятся в определенных, относительно узких пределах. Увеличение или уменьшение границ этих пределов означает качественное изменение условий жизни человека.

Многие источники загрязнения атмосферного воздуха не могут контролироваться отдельными людьми. В их отношении необходимы действия со стороны городских властей, а также лиц, формирующих политику на национальном и международном уровнях в таких секторах, как транспорт, утилизация отходов энергетической промышленности, строительство и сельское хозяйство.

Особенности нормирования загрязнений атмосферы

В РФ для характеристики загрязненности атмосферного воздуха применяются среднесуточные (ПДК с.с.) и максимальные разовые (ПДК м.р.) предельно допустимые концентрации (ПДК).

Определение экологического ПДК. ПДК вредных факторов окружающей среды — это такие концентрации или уровни вредных веществ, которые не оказывают в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее и будущие поколения, не снижают работоспособность человека, не ухудшают самочувствие и санитарно-бытовые условия.

Определение экологического ПДК (для атмосферного воздуха). ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе — это концентрации, не оказывающие в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее и будущие поколения, не снижающие работоспособность человека, не ухудшающие самочувствие и санитарно-бытовые условия.

Особенности экологического нормирования. Как правило, ПДК вредных веществ во много раз меньше, чем в воздухе рабочей зоны на промышленных предприятиях.

На предприятиях соблюдаются следующие условия:

- восьмичасовой рабочий день, но не более 40 часов в неделю;
- возраст от 18 лет до выхода на пенсию;

- работают практически здоровые люди;
- Вне предприятия эти условия соблюдать невозможно:
- люди находятся под воздействием атмосферного воздуха 24 часа;
- на протяжении всей жизни;
- любого возраста — от новорожденных до пожилых людей;
- не только здоровые или практически здоровые, но и больные, тяжелобольные, беременные, кормящие грудью и т.д.

Поэтому ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе иногда на несколько порядков должна быть ниже, чем ПДК в воздухе рабочей зоны.

Например, рассмотрим ПДК аммиака.

В воздухе рабочей зоны ПДК м.р. составляет 20 мг/м^3 , что соответствует IV классу опасности.

В атмосферном воздухе — ПДК м.р. $0,2 \text{ мг/м}^3$, что соответствует IV классу опасности.

Таким образом, ПДК м.р. в атмосферном воздухе в 100 раз ниже, чем в воздухе рабочей зоны ($20:0,2 = 200:2 = 100$).

В воздухе рабочей зоны ПДК с.с. аммиака составляет 20 мг/м^3 , что соответствует IV классу опасности.

В атмосферном воздухе — ПДК с.с. аммиака составляет $0,04 \text{ мг/м}^3$, что соответствует IV классу опасности.

Таким образом, ПДК с.с. в атмосферном воздухе в 500 раз ниже, чем в воздухе рабочей зоны ($20:0,04 = 500$).

Запах аммиака ощущается человеком только при концентрации 37 мг/м^3 , которая свидетельствует о превышении допустимых норм.

Все загрязняющие вещества в токсикологии принято оценивать по их воздействию на организм. Наиболее характерными являются собственно токсические (резорбтивные) и рефлекторные (органолептические) воздействия.

Резорбтивное действие может быть общетоксическим, канцерогенным, мутагенным и др. **Рефлекторные реакции** могут проявляться в форме ощущения запаха, слезоточивости, световой чувствительности и т.п. Эти обстоятельства вызвали необходимость устанавливать для загрязняющих атмосферный воздух веществ два вида предельно допустимых концентраций: максимальную разовую (м.р.) и среднесуточную (с.с.).

Кратковременным рефлекторным действием вещества считается 20 минут, и поэтому при контроле загрязненности воздуха такими веществами пробы берутся однократно в течение двадцати минут. С ПДК_{с.с.} сравнивают концентрации, определяемые несколько раз в течение суток (обычно 4 раза, иногда каждый час). Наряду с предельно допустимыми концентрациями существуют ориентиро-

вочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), утверждаемые на 3 года МЗ РФ.

Мониторинг

Контроль соблюдения требований, направленных на предупреждение загрязнения воздушного бассейна, проводится в виде предупредительного и текущего надзора.

Предупредительный надзор призван обеспечить реализацию правил и норм в процессе проектирования и строительства таких объектов, которые могут явиться источниками загрязнения атмосферного воздуха при:

- 1) нерациональном размещении их в населенном пункте;
- 2) несовершенстве технологических процессов;
- 3) несовершенстве устройств для очистки выбросов в атмосферу.

В задачи предупредительного надзора входит:

- 1) прогнозирование количества, состава, концентрации выбросов в атмосферу;
- 2) выбор земельных участков для размещения промышленных предприятий с учетом «розы ветров» и размеров санитарно-защитных зон;
- 3) выбор типа пыле- и газоочистных сооружений и расчет их мощности;
- 4) контроль строительства газоочистных, пылеулавливающих и рекуперационных сооружений и участие в комиссиях по приемке их в эксплуатацию.

Текущий надзор должен обеспечить выполнение правил и норм в процессе эксплуатации объектов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха. В его задачу входит:

- 1) контроль эффективности работы очистных сооружений по очистке воздуха, выбрасываемого промышленным предприятием в атмосферу;
- 2) контроль санитарного состояния атмосферного воздуха в населенных пунктах и степени его загрязнения выбросами промышленных предприятий;
- 3) учет и паспортизация газоочистных, пылеулавливающих и рекуперационных установок на промышленных предприятиях. Надзор за их эксплуатацией.
- 4) разработка мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения атмосферного воздуха, и контроль их выполнения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каков состав основных вредных веществ, поступающих в атмосферу?
2. Чем опасны для человека оксиды азота и углерода, содержащиеся в атмосферном воздухе?
3. Чем опасны для человека оксиды серы и тяжелые металлы, содержащиеся в атмосферном воздухе?
4. Чем опасны для человека продукты переработки нефти и пестициды, содержащиеся в атмосферном воздухе?
5. Что понимается под термином ПДК?
6. Что входит в задачи мониторинга атмосферного воздуха?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. КАКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЯВЛЯЕТСЯ КОСВЕННЫМ САНИТАРНЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА АНТРОПОТОКСИНАМИ?
 - 1) сероводород
 - 2) диоксид азота
 - 3) диоксид углерода
 - 4) оксид углерода
2. ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА ПРОЯВЛЯЮТСЯ
 - 1) высоким уровнем общей заболеваемости
 - 2) ростом аллергических заболеваний
 - 3) снижением неспецифической резистентности
 - 4) канцерогенным и мутагенным эффектами
3. КАКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ ОСНОВНЫМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ
 - 1) оксид углерода, сернистый ангидрид, оксид азота, углеводороды
 - 2) антропоксины, окись углерода, сернистый ангидрид
 - 3) твердые взвешенные примеси
4. КАКАЯ ОТРАСЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ «ПОСТАВЛЯЕТ» НАИБОЛЬШЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ?
 - 1) химическая
 - 2) металлургическая
 - 3) топливно-энергетическая
 - 4) автотранспорт

5. ЧТО ПОНИМАЮТ ПОД ТЕРМИНОМ «ПДК»?

- 1) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ и охрана окружающей среды
- 2) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, превышение которой приводит к негативному воздействию на ОПС, здоровье человека и последующих его поколений
- 3) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ или группы веществ на всех этапах использования их человеком

6. ЧТО ПОНИМАЮТ ПОД ТЕРМИНОМ «МОНИТОРИНГ»?

- 1) система оценки изменения окружающей среды
- 2) прогноз влияния человека на окружающую среду
- 3) неблагоприятное влияние человека на природу
- 4) система наблюдения, оценки и прогнозирования, позволяющая выявить изменение состояния окружающей среды под влиянием человека

7. УКАЖИТЕ ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ДИОКСИДОМ СЕРЫ

- 1) электронная промышленность
- 2) угольные электростанции
- 3) производство цемента
- 4) атомные электростанции

8. ПОСТОЯННОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ В АТМОСФЕРУ БОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВ ДИОКСИДОВ СЕРЫ (SO₂) И ОКИСЛОВ АЗОТА (NO, NO₂) ПРИВОДЯТ

- 1) к парниковому эффекту
- 2) к выпадению кислотных дождей
- 3) к смогу
- 4) к нарушению озонового слоя

Тема 3. Загрязнение гидросферы

Цель: сформировать у студентов знания об основных источниках и структуре загрязнения поверхностных вод; представления о требованиях к качеству воды в зависимости от категории водопользования и особенностях нормирования вредных веществ в гидросфере.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Где сосредоточена основная масса воды на Земле?
2. Какую воду относят к пресной?
3. Где сосредоточены основные запасы пресной воды на Земле?
4. Какие основные категории водопотребителей выделяют?
5. Какие предъявляют требования к качеству воды в РФ?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Более 70 % поверхности земного шара занято океанами и морями, около 3 % суши занимают реки и озера. Покрытая ледниками часть суши составляет почти 16 млн км² или около 11 %. На заболоченные земли приходится около 6 млн км² суши, что составляет 4 % ее поверхности. Таким образом, если бы Земля представляла собой идеально ровный шар, без впадин и гор, то ее покрывал бы океан глубиной в 4000 м.

Основная масса воды (табл. 2), доступной человеку, сосредоточена в Мировом океане, площадь которого равна 361,3 млн км², а средняя глубина составляет 3790 м. Объем воды в Мировом океане в 10 раз больше, чем объём суши, возвышающейся над её уровнем. Из-за большой минерализации (солёности) эти запасы воды мало используются для хозяйственных нужд.

Таблица 2

Запасы воды и активность водообмена в различных частях гидросферы

| Части гидросферы | Объем тыс, км ³ | Процент от общего объема | Активность водообмена (число лет) |
|--|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Мировой океан | 1 370 323 | 94.20 | 3000 |
| Подземные воды, в т.ч. вода активного обмена | 60 000 400 | 4,12 0,027 | 5 000 330 |
| Ледники | 2 4000 | 1.65 | 8000 |
| Озёра | 280 | 0,019 | 7 |
| Почвенная влага | 85 | 0,006 | 1 |
| Пары атмосферы | 14 | 0,001 | 0,027(8–10 дней) |
| Речные воды | 1,2 | 0.0001 | 0,031 (10–12 дней) |
| Итого: | 61 395 103,2 | 100 | |

Пресная вода, в противоположность воде Мирового океана, охватывает ту часть доступной воды Земли, в которой соли содержатся в минимальных количествах (табл. 3). Вода, солёность кото-

рой не превышает 0,1 %, называется пресной. Запасы пресной воды составляют только 2,5–3 % от общей массы воды земного шара. Наибольшие запасы пресной воды сосредоточены во льдах — 24 млн км³, что составляет 85 % от общего количества пресной воды, а без учета подземных вод — 97 %. Если вся масса пресной воды, находящейся в данный момент на земле и под землей, составляет только 1 %, то в ледниках — 99%. Если весь лед равномерно распределить по поверхности земного шара, он покроет ее слоем в 853 м, а если растопить эти массы льда, то уровень океана повысится на 64 метра. При этом окажутся затопленными 1,5 млн км² наиболее населенных, плодородных прибрежных равнин. Под водой окажутся наиболее крупные города, в том числе, Лондон, Шанхай, Нью-Йорк, Рим, Санкт-Петербург и т.д.

Таблица 3

Пресные воды гидросферы

| Части гидросферы | Объем пресной воды, км ³ | % пресной воды от данной части гидросферы | % общего объема пресной воды |
|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------------------|
| Ледники | 24 000 000 | 100 | 97,3 |
| Подземные воды | 400 000 | 6,7 | 1,62 |
| Озера и водохранилища | 15 5000 | 55,0 | 0,64 |
| Почвенная влага | 85 000 | 98,0 | 0,36 |
| Пары атмосферы | 14 000 | 100 | 0,06 |
| Речные воды | 1200 | 100 | 0,005 |

Возможно, правильнее было бы оценивать запасы пресной воды в реках по такому показателю, как годовой сток рек (36 000 – 45 000 км³). Он по разным данным составляет 0,14–0,20 % от общего количества пресной воды гидросферы. Но и эти объемы пресной воды в реках распределяются крайне неравномерно. Ежесекундно реки сбрасывают в Мировой океан 1 млн м³ воды, причем десятая часть этого количества приходится на одну реку — Амазонку. Одновременный запас воды во всех реках земного шара оценивается величиной 1200 км³, что втрое меньше годового стока реки Амазонки. В Европе и Азии, где проживает 70 % населения земного шара, сосредоточено лишь 39 % речных вод. Крайне неравномерно распределен сток речных вод в нашей стране. Их сток можно разделить на три основных потока. На Севере в моря Атлантического и Северного Ледовитого океанов приходится 68 % всего речного стока; на Восток и Тихий океан приходится 22 % стока; на юг — только 10 %. В результате только 20 % речного стока приходится на густонаселенные и индустриально развитые районы. В озере Байкал сосредоточено 20 % мировых доступных запасов пресной озерной воды и 80 % за-

пасов пресной озерной воды бывшего СССР. Вода озера Байкал уникальна по химическому составу и бактериальной чистоте. Вода уже сейчас становится предметом экспорта. Турция, например, заключила контракт о поставке питьевой воды в Саудовскую Аравию. Проектируется даже буксировка айсбергов из Заполярья к берегам Америки, а из Антарктики — в Австралию.

Водопотребление. Источники загрязнения поверхностных вод

Можно выделить три основных категории водопотребителей:

1) человек, который использует воду для удовлетворения физиологических и хозяйственно-бытовых нужд, включая предприятия сферы обслуживания (прачечные, бани и т.д.) и пищевой промышленности. Для удовлетворения физиологических потребностей человека расходуется в среднем 40 мл на 1 кг веса или 2,5–3,0 кг в сутки. На хозяйственно-бытовые нужды при наличии всех коммунальных удобств расходуется 350–400 л;

2) промышленность и транспорт;

3) сельское хозяйство.

Вода с большим количеством вредных примесей после использования в производстве сбрасывается в водоемы. Поэтому в настоящее время остро стоит вопрос о разработке безотходных технологических процессов, маловодоемких производств, внедрении оборотного замкнутого водоснабжения. В настоящее время масштабы загрязнения водоисточников принимают катастрофические размеры. Со сточными водами в водоемы поступают многочисленные токсичные вещества, патогенная микрофлора, происходит так называемое «тепловое загрязнение водоемов». Города мира ежегодно выбрасывают в водоемы более 500 млрд м³ сточных вод. Известно сильное загрязнение рек Европы — Темзы, Сены, Дуная, Рейна. Известный французский исследователь Жак Ив Кусто предупреждал, что Мировой океан превращается в гигантскую свалку, куда, в конечном итоге, поступают все отходы производства — нефтяные, минеральные, радиоактивные и др. В Мировой океан ежегодно попадает около 10 млн тонн нефти (24 млн тонн — потери на суше, 16 млн тонн — в атмосферу). Нефтепродукты образуют пленку, которая препятствует воздухообмену между водой и атмосферой. Это приводит к гибели планктона — основного икры рыб, самих рыб, водоплавающих птиц, водных млекопитающих. В настоящее время около 30 % поверхности океана загрязнено нефтью (и детергентами), которая препятствует испарению морской воды. Это может явиться одной из причин участившихся засух. Нефть в океан попадает при авариях танкеров, при авариях на буровых установках, добывающих нефть с шельфа, а также может поступать в океан со стоком рек.

Особенности нормирования вредных веществ в гидросфере

Важнейшим аспектом охраны поверхностных вод является нормирование вредных веществ в воде водоемов. Нормирование вредных веществ в воде водоемов проводится по трем главным лимитирующим признакам вредности: органолептическому, общесанитарному и санитарно-токсикологическому.

По органолептическим показателям нормируются вещества, которые в первую очередь изменяют запах, вкус воды, цвет, прозрачность, вызывают образование пленок, пены. К этим веществам относятся: бензин, карбофос, аллиловый спирт, амины жирного ряда, бутадииен, диметилсульфат, изобутилен, стирол, пропиловый спирт, толуол, фурфурол и др.

По общесанитарным показателям нормируются вещества, которые в первую очередь нарушают или отрицательно влияют на жизнь и процессы самоочищения водоемов. К этим веществам относятся: бутилацетат, изобутиловый спирт, молочная кислота, муравьиная кислота, резорцин, стрептоцид, ацетон, бензойная кислота, хлор активный и др.

По санитарно-токсикологическому показателю нормируются вещества, которые в первую очередь оказывают отрицательное воздействие на здоровье людей и способны вызывать отдаленные последствия. К этим веществам относятся: анилин, бензол, бром, висмут, динитротолуол, свинец, сурьма, ДДТ, метанол, фреон-12, фреон-22 и др.

Тот из трех показателей вредности, который характеризуется наименьшей пороговой величиной, называется для данного вещества **лимитирующим**. Например, фтор. Он при концентрации выше 5 мг/л нарушает ход процессов очищения водоемов, при 25 мг/л изменяет органолептические свойства воды и начиная с концентрации 1,5 мг/л проявляет токсические свойства. Следовательно, лимитирующим показателем для фтора будет санитарно-токсикологический.

Та максимальная концентрация, при которой вредное вещество, вернее, вредное влияние вещества по лимитирующему показателю не проявляется, называется **предельно допустимой**.

Если в воде имеются различные химические соединения с различными лимитирующими показателями, то необходимо сгруппировать их по лимитирующим показателям, а затем в каждой группе рассчитать отношение концентрации к ПДК по приведенной формуле, где сумма отношений концентраций веществ к их ПДК в сумме не должна превышать единицу.

$$C = C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + C_4/ПДК_4 < \text{или} = 1$$
, где
 $C_{1,2,3...n}$ — концентрация вредных веществ в воде водоема;

ПДК_{1,2,3...n} — предельно допустимая концентрация этих вредных веществ.

В комплекс мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения водоемов, входят: совершенствование технологических процессов производств и работы очистных сооружений, контроль качества сточной воды до и после очистки, контроль качества воды водоемов при спуске сточных вод и в местах водопользования.

Так как степень ограничения водопользования определяется качеством воды в водоеме, то в государственном масштабе нормируются не показатели спускаемых сточных вод, а качество воды в проточном водоеме в точке, находящейся на 500 м ниже по течению от ближайшего места сброса сточных вод; для непроточных водоемов и водохранилищ — в радиусе 500 м от места сброса сточных вод. Требования к качеству воды в водоеме приведены в СанПиНе 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (табл. 4).

Таблица 4

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов и пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

| Показатели состава и свойств водоёма или водотока | Категории водопользования | |
|---|--|-----------------|
| | I категория | II категория |
| Для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий | Для купания, спорта и отдыха населения, а также для водоёмов в черте населённых мест | |
| Взвешенные вещества | Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться больше чем на 0,25 мг/л 0,75 мг/л. Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных минеральных веществ, допускается увеличение содержания взвешенных веществ в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0.4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются | |
| Плавающие примеси (вещества) | На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей | |
| Запахи, привкусы | Вода не должна приобретать запахи и привкус интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемых: | |
| | непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки | непосредственно |
| Окраска | Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мяса рыб | |
| | Не должна обнаруживаться в столбике: | |
| | 20см | 10 см |

Окончание таблицы 4

| | | |
|---|--|--|
| Температура | Летняя температура воды в результате спуска точных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет | |
| рН | Не должен выходить за пределы 6.5 – 8.5 | |
| Минеральный состав | Не должен превышать по плотному остатку 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 мг ¹ л и сульфатов 500 мг/л | Нормируется по приведенному выше показателю «Привкусы» |
| Растворённый кислород | Не должен быть менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 часов дня | |
| Биохимическое потребление кислорода | Потребность воды в кислороде при 20 °С не должна превышать: | |
| | 2,0 мг/О ₂ /л | 4,0 мг/О ₂ /л |
| Химическое потребление кислорода — бихроматная окисляемость (ХПК) | 15,0 мг/О ₂ /л | 30 мг/О ₂ /л |
| Возбудители заболеваний | Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, жизнеспособные яйца гельминтов и цисты патогенных кишечных простейших. Сточные воды, содержащие возбудителей заболеваний, должны подвергаться обеззараживанию после соответствующей очистки при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л | |
| Химические вещества | Не должны содержаться в концентрациях, превышающих ПДК, установленные в ГН 2.1.5.1315-03 и ГН 2.1.5.1316-03 | |
| Лактозо-положительные кишечные палочки (ЛКЛ) | Не более 1000 КОЕ/100 мл | Не более 500 КОЕ/100 мл |
| Колифаги (в бляшкообразующих единицах) | Не более 10 БОЕ/ 100 мл | |

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. По каким главным лимитирующим признакам вредности проводится нормирование вредных веществ в воде водоемов?
2. Присутствие каких веществ в воде можно определить по органолептическим показателям?
3. Возбудители каких заболеваний не должны содержаться во всех категориях вод?
4. Какие показатели качества называются лимитирующими и предельно допустимыми?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. ПО КАКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПРЕДЪЯВЛЯЮТСЯ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ?

- 1) безопасность в эпидемическом отношении
- 2) безвредность по химическому составу
- 3) по органолептическим свойствам
- 4) по всем перечисленным показателям

2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ МЕХАНИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ, РАДИОАКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, А ТАК ЖЕ ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ, ЭТО

- 1) физическое загрязнение
- 2) химическое загрязнение
- 3) биологическое загрязнение

3. ВЕЩЕСТВА, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВОДУ, НАЗЫВАЮТ

- 1) аэрополлютантами
- 2) гидрополлютантами
- 3) детергентами
- 4) пестицидами

4. НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ ВОДЫ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) детергенты
- 2) пестициды
- 3) нефть и нефтепродукты
- 4) радиоактивные вещества

5. ОБЪЕМ ПРЕСНОЙ ВОДЫ В ГИДРОСФЕРЕ

- 1) 17 %
- 2) 0,5 %
- 3) 0,3 %
- 4) 3 %

6. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ИЗМЕРЯЕТСЯ

- 1) мг\л
- 2) мг\г
- 3) мг\м³
- 4) мг\кг

7. ПЕРЕЧИСЛИТЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

- 1) запах, привкус, цветность, мутность
- 2) химический состав, наличие взвешенных частиц, запах
- 3) концентрация химических веществ, температура, цветность
- 4) наличие примесей и взвешенных частиц, привкус, цветность

8. ОСНОВНЫМИ МЕТОДАМИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) фильтрация, фторирование
- 2) хлорирование, озонирование
- 3) адсорбция, абсорбция
- 4) ионный обмен, осмос

Тема 4. Очистка и обеззараживание сточных вод

Цель: познакомить обучающихся с понятием «сточные воды», классификацией, источниками загрязнения и методами очистки сточных вод.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Что понимают под термином «сточные воды»?
2. Классификация сточных вод.
3. Какие типы очистных сооружений применяют для очистки сточных вод?
4. Какие применяют методы очистки промышленных сточных вод?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Загрязнение водоемов сточными водами

Под сточными водами понимают любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека.

Существует несколько классификаций сточных вод.

По источнику происхождения:

- производственные (промышленные) сточные воды (образуются в технологических процессах производств), отводятся через систему промышленной или общесплавной канализации;
- бытовые (хозяйственно-бытовые) сточные воды (образуются в результате бытовой жизнедеятельности человека), отводятся через систему хозяйственно-бытовой или общесплавной канализации;

- поверхностные сточные воды (делятся на дождевые и талые, образуются при таянии снега, льда, града), отводятся, как правило, через систему ливневой канализации. Также эти воды могут называться **«ливневые стоки»**.

Производственные сточные воды не имеют постоянного состава и могут быть разделены на следующие категории.

По составу загрязнителей на:

- загрязнённые по преимуществу минеральными примесями;
- загрязнённые по преимуществу органическими примесями;
- загрязнённые как минеральными, так и органическими примесями.

По концентрации загрязняющих веществ:

- с содержанием примесей 1–500 мг/л;
- с содержанием примесей 500–5000 мг/л;
- с содержанием примесей 5000–30 000 мг/л;
- с содержанием примесей более 30 000 мг/л.

По свойствам загрязнителей сточные воды делятся на следующие категории.

По кислотности:

- неагрессивные (рН 6,5–8);
- слабоагрессивные (слабощелочные с рН 8–9 и слабокислые с рН 6–6,5);
- сильноагрессивные (сильнощелочные с рН > 9 и сильнокислые с рН < 6).

По токсическому действию и действию загрязнителей на водные объекты:

- содержащие вещества, влияющие на общесанитарное состояние водоёма;
- содержащие вещества, изменяющие органолептические свойства воды (вкус, запах и др.);
- содержащие вещества, токсичные для человека и обитающих в водоёмах животных и растений.

Под загрязнением водоемов сточными водами понимают изменение качества воды, выходящее за пределы требований, предъявляемых к качеству воды водоемов.

Все открытые водоемы делятся на три категории водопользования, и в зависимости от категории меняются требования к качеству их воды:

- водоемы 1 категории. К ним относятся водоемы, используемые для централизованного и децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
- водоемы 2 категории. К ним относятся водоемы, используемые для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы,

расположенные в черте населенных мест, если они не относятся к водоемам 1 категории;

– водоемы 3 категории. К ним относятся водоемы или части водоемов, используемые для нереста ценных пород рыб и рыбохозяйственных целей.

Спуск сточных вод в водоемы 3 категории запрещен, в водоемы 1 и 2 категорий разрешен, однако это не должно ухудшать качество воды в водоеме.

Спуск сгонных вод в водоем разрешается с учетом предельно допустимого сброса (ПДС). ПДС устанавливается для каждого контролируемого вещества с учетом фоновой концентрации, категории водопользования, норм качества воды и самоочищающей (ассимилирующей) способности объекта. При этом учитываются: количество, состав, свойства и степень изученности сточных вод, место предполагаемого их выпуска, наличие эффективных методов очистки, обезвреживания, утилизации, возможного оборотного и повторного использования сточных вод, наличие ПДК для загрязняющих веществ, гидрологический режим водоема.

Контроль эффективности работы очистных сооружений

Постоянный контроль эксплуатации очистных сооружений, обеззараживания и обезвреживания сточных вод должен обеспечиваться водопотребителем, сточные воды которого сбрасываются в водные объекты.

Контроль осуществляется путем:

а) анализов сточных вод до и после прохождения всего комплекса сооружений, предназначенных для ее очистки, обезвреживания и обеззараживания;

б) анализов сточных вод до и после прохождения отдельных звеньев сооружений (усреднителей, нейтрализаторов, отстойников, ловушек, фильтров, установок биологической очистки и т.п.);

в) замеров количества отводимых сточных вод в наиболее ответственных точках сети и у выпуска в водные объекты;

г) анализов воды в водоеме или водотоке выше и ниже спуска сточных вод на расстоянии 500 метров.

Порядок контроля, осуществляемого водопользователями (частота, объем анализов и др.), согласовывается с органами государственного контроля.

На практике используется следующая схема контроля:

Полный анализ сточных вод должен проводиться ведомственной лабораторией не реже 1 раза в декаду; лабораториями санитарно-эпидемиологической службы — по специально установленному графику, но, как правило, не реже 1 раза в квартал.

По схеме краткого анализа осуществляется оперативный (ежедневный) ведомственный контроль работы очистных сооружений.

Внеплановый контроль осуществляется по линии санитарно-эпидемиологической службы и госкомэкологии.

При полном анализе, как правило, определяются следующие показатели: температура; интенсивность запаха, а также разбавление, при котором запах исчезает; разведение, при котором окраска исчезает в столбе воды 16 и 20 см; рН; прозрачность; оседающие вещества по объему и весу; взвешенные вещества и потеря веса при прокаливании; азот аммония; нитриты, нитраты; перманганатная окисляемость; бихроматная окисляемость (ХПК); биохимическая потребность в кислороде (БПК₅); растворенный кислород; синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ); химические вещества, характерные для данного производства; общее число бактерий.

При кратком анализе, как правило, определяются следующие показатели: прозрачность; взвешенные вещества и потеря веса при прокаливании; рН; растворенный кислород; БПК₅; ХПК; химические вещества, характерные для данного производства.

Состав и классификация сточных вод

Сбрасываемые из производственных цехов воды можно подразделить на: технологические сточные воды и хозяйственно-бытовые.

1. При технологических процессах образуются следующие основные виды сточных вод:

– реакционные воды — выделяются в результате реакций. Они загрязнены как исходными веществами, так и продуктами реакции. Очистка этих вод является довольно сложной проблемой;

– вода, содержащаяся в сырье и исходных продуктах. В процессе переработки загрязняется теми веществами, в состав которых входит;

– промывная вода — образуется при промывке сырья и субстанций;

– маточные водные растворы образуются при перекристаллизации веществ из воды;

– водные экстракты и абсорбционные растворы. Содержат значительное количество химических веществ. Абсорбционные растворы, например, образуются при мокрой очистке отходящих газов.

2. Охлаждающие воды не соприкасаются с технологическими продуктами и используются в системе оборотного водоснабжения.

3. Другие сточные воды образуются при гидрозолоудалении, конденсации пара, мойке оборудования, тары, помещения и т. д.

Системы очистных сооружений

Для очистки сточных вод применяются три основных типа очистных сооружений:

- 1) локальные (цеховые);
- 2) общие (заводские);
- 3) районные или городские.

Локальные (цеховые) очистные сооружения предназначены для обезвреживания сточных вод непосредственно после технологических установок. Установки локальной очистки сточных вод являются продолжением технологического процесса производства. Это последний этап технологического процесса. На локальных установках очищаются сточные воды, которые без очистки не могут быть направлены в системы повторного или оборотного водоснабжения или на общие заводские или районные (городские) очистные сооружения. На этих установках, как правило, из сточных вод извлекаются ценные примеси, поэтому обычно применяются регенерационные методы очистки: отстаивание, флотация, экстракция, ректификация, адсорбция, ионный обмен, обратный осмос и др. Локальные очистные установки иногда позволяют использовать очищенную сточную воду в том же технологическом процессе производства.

Общие (заводские) очистные сооружения. Они могут включать сооружения первичной (механической), вторичной (физико-химической), третичной (биологической) очистки сточных вод. После биологической очистки может использоваться доочистка сточной воды, которая дает возможность получать воду, пригодную для повторного использования в технологических процессах или системах оборотного водоснабжения.

Районные или городские очистные сооружения. Предназначены главным образом для механической и биологической очистки бытовых сточных вод. Производственные сточные воды, подлежащие совместному отведению и очистке с бытовыми сточными водами населенного пункта, должны соответствовать следующим критериям:

- рН в интервале 6,5–8,5;
- не более 500 мг/л взвешенных и всплывающих веществ;
- не должно быть веществ, способных засорять трубы общей канализационной сети или откладываться на стенках труб;
- не должно быть веществ, оказывающих разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- не должно быть взрывоопасных смесей;
- температура воды не должна превышать 40 °С;
- сточные воды, содержащие токсичные вещества, должны быть предварительно обезврежены, а бактериальные загрязнения обеззаражены;

– не разрешаются залповые выбросы сильно концентрированных сточных вод, в том числе маточники и кубовые остатки.

Выбор метода очистки диктуется особенностями местной обстановки, санитарными, техническими и экономическими условиями.

Характеристика методов очистки промышленных сточных вод.

Механические методы очистки

Для защиты очистных сооружений от попадания в них со сточными водами крупных предметов устанавливают решетки из металлических прутков с углом наклона к горизонту 60° – 70° и шириной прозоров 15–20 см.

Песколовки представляют собой резервуары, в которых сточные воды протекают с небольшой скоростью, обеспечивающей выпадение взвешенных веществ, главным образом песка. Скорость протекания воды не должна быть более 0,3 м/с, так как иначе песок не успевает осесть; однако при скорости меньше 0,15 м/с в песколовке будут оседать органические примеси, что нежелательно. При соблюдении скорости в указанных пределах обеспечивается выпадение песка с размерами частиц до 0,25 мм, который составляет 65–70 % от всего количества песка, содержащегося в сточных водах. Песколовки могут быть горизонтальные, в которых жидкость движется в горизонтальном направлении, вертикальные, в которых жидкость движется снизу вверх, песколовки винтовые с поступательно-вращательным движением воды.

Отстойники применяют для выделения из сточных вод нерастворяющихся грубодисперсных примесей, плотность которых выше либо ниже плотности воды. В первом случае применяются собственно отстойники, во втором — отстойники-ловушки.

Пребывание сточной жидкости в отстойниках должно составлять 1,5–2 часа. Дальнейшее нахождение там воды уже не дает нужного эффекта. Отстойники могут быть горизонтальными, вертикальными и радиальными, разных типов и конструкций. В горизонтальных отстойниках вода движется горизонтально и прямолинейно со скоростью 7 мм/с или 4 м/час. В вертикальном отстойнике, представляющем собой конусообразный цилиндр, вода подается снизу вверх. Расчетная скорость движения воды составляет 0,7 мм/с или 0,4 м/час. Удаление осадка производится по трубе, проходящей в самой нижней части отстойника. Радиальные отстойники наиболее приспособлены к пропуску воды, содержащей много взвешенных веществ. Они имеют круглую форму диаметром 16–40 м, глубина слоя воды 2–2,5 м. Отстойники-делители позволяют делить осадки на легкие и тяжелые фракции. Всплывающие примеси (нефтепродукты, масла, смолы и т.д.) удаляют из стоков в ловушках-маслоуловителях, смолоотстойниках.

Нефтеловушка представляет собой прямоугольный, вытянутый в длину железобетонный отстойник, разделенный на несколько секций, чтобы можно было отключить одну из них для чистки или ремонта. Глубина составляет 2 м, ширина секции 3–6 м, длина определяется из расчета средней продолжительности отстаивания, которая должна составлять около 2 ч. Загрязненная вода через строго горизонтальный водослив поступает в отстойную камеру ловушки. Нефтепродукты и другие вещества легче воды всплывают на поверхность, примеси оседают на дно, вода уходит из ловушки. Скопившиеся на поверхности вещества улавливаются поворачивающейся вокруг оси горизонтальной сборной трубой с продольной щелью. Собранные продукты направляются в резервуары для отделения от воды и использования по назначению.

В **гидроциклонах** взвеси выделяются из жидкости под действием центробежной силы, возникающей в результате того, что очищаемая жидкость вводится под напором в тангенциальном направлении. Под действием центробежных сил значительно увеличивается скорость осаждения взвешенных частиц. Поэтому объем и площадь, занимаемые гидроциклоном, в десятки раз меньше объема или площади отстойника той же производительности.

Фильтры применяют для очистки сточных вод от мелкодисперсных примесей, которые не улавливаются другими видами механической очистки. Их можно применять либо как самостоятельное очистное сооружение, либо как вторую ступень очистки после отстойников, ловушек, гидроциклонов. Сточная вода фильтруется через пористую среду, при этом взвешенные осадки задерживаются на поверхности и в толще фильтрующего вещества. В качестве фильтрующего вещества применяют кварцевый песок с зерном диаметром 0,5–2,0 мм. Чем мельче песок, тем выше степень очистки, но чаще требуется его регенерация. Высота фильтрующего слоя, который лежит на мелком гравии, обычно бывает 1–1,5 м. Различают скоростные фильтры (начальная скорость фильтрации 6–10 м/час) и сверхскоростные (50–100 м/час). Первые делаются открытыми — безнапорными, вторые закрытыми — напорными. Производительность фильтра увеличивается, когда вода подается как сверху, так и снизу, а дренажная труба находится в толще фильтрующего материала.

Контактный осветлитель, как и скорый фильтр, загружен гравием и песком. Фильтр совмещает в себе процессы коагуляции, осветления и фильтрации. Вода подается снизу вверх вместе с раствором коагулянта, и хлопья образуются в толще фильтрующего материала. Такой вид коагуляции получил название контактной, в отличие от обычной, протекающей в свободном объеме. Образование хлопьев происходит быстрее и при меньшем количестве коагу-

лянта. К положительным сторонам контактного осветлителя относится то, что не требуются отстойники. Вследствие того, что вода поступает вначале на крупные фракции фильтрующего материала — крупно-, средне- и мелкозернистый гравий, а потом на песок, повышается грязеемкость фильтра, уменьшается темп прироста потери напора в осадочных фильтрах. Фильтрация во взвешенном слое фильтрующего зернистого осадка и хлопьев коагулянта уменьшает засорение последующего обычного фильтра. При достижении определенной толщины взвешенного слоя он по специальным трубам частично удаляется.

Физико-химические методы очистки

Коагуляция. В сточных водах предприятий химико-фармацевтической промышленности содержатся высокодисперсные частицы размером 0,1–10 мкм, а также коллоидные частицы величиной 0,001–0,1 мкм. Применяемые методы механической очистки стоков позволяют выделить частицы только крупнее 10–50 мкм. Таким образом, для удаления высокодисперсных и коллоидных частиц нужно их укрупнить. Для укрупнения используют коагулянты — сернокислый алюминий, сернокислое или хлорное железо. Чаще используется более дешевый сернокислый алюминий. Для оптимального проведения коагуляции необходимо выполнить несколько условий:

- температура сточных вод должна быть положительной, но не более 30 °С;
- для каждого вида сточных вод экспериментально определяется рабочая доза коагулянта;
- рН сточных вод должна быть не ниже 6,0, так как любой коагулянт «работает» в определенном диапазоне рН;
- для образования хлопьев (созревания хлопьев) необходимо время, равномерное распределение коагулянта в сточных водах, отсутствие турбулентных и вихревых течений в емкостях, в которых проводят коагуляцию сточных вод.

Флокуляция. Для усиления эффекта осаждения совместно с коагулянтами применяется небольшое количество химических веществ-флокулянтов. Механизм действия флокулянтов заключается в том, что они способствуют образованию прочных и крупных хлопьев. Использование флокулянтов позволяет снизить дозы коагулянтов, сократить продолжительность процесса коагуляции и повысить скорость осаждения образующихся хлопьев. Для очистки сточных вод используют природные (крахмал, декстрин, целлюлоза и др.) и синтетические (полиакриламид — ПАЛ и др.) флокулянты. Наиболее распространенным флокулятом является подиакриламид, который в воде образует рыхлые хлопья, собирающие мелкие дисперс-

ные примеси. Такие более крупные агрегаты легче поддаются механическому отделению.

Флотация. Основана на способности гидрофобной поверхности частицы прилипать к пузырькам воздуха и вместе с ним удаляться, всплывая на поверхность в виде пены. Для придания поверхности частиц гидрофобных свойств используют специальные вещества — флотагенты.

Экстракция. Вредные вещества удаляются из сточной воды за счет растворения в несмешивающейся с водой жидкости. Так, например, экстрагируют фенол бутилацетатом из сточных вод коксохимического производства, иногда с добавлением бутилового спирта. После отгонки растворителя можно получить вещество в достаточно чистом виде. Экстрагент и сточная вода подаются методом противотока.

Адсорбция — извлечение химических веществ с помощью твердых сорбентов. Она может быть регенеративной (с извлечением веществ) и деструктивной, при которой извлеченные из сточных вод загрязнения уничтожаются вместе с малоценным адсорбентом (торфом, бурым углем, опилками, коксовой мелочью). Более ценный активированный уголь регенерируют. Этим способом очищают сточные воды, содержащие дихлорэтан, бензол, амины, спирты, хлорпроизводные спиртов и многие другие органические вещества.

Эвапорация. Эвапорацией называют отгонку с водяным паром летучих веществ, загрязняющих сточную воду. Через воду, нагретую до 100 °С, пропускают насыщенный водяной пар, который увлекает летучие примеси.

Ионный обмен. Ионитами можно извлечь из сточных вод соединения мышьяка, фосфора, цианиды, радиоактивные вещества, соли тяжелых металлов (цинка, свинца, ртути). Ряд извлекаемых веществ имеет техническую ценность и их использование снижает затраты на очистку. Аппараты периодического действия загружаются слоем ионообменной смолы высотой 1,5–2,5 м, процесс очистки представляет собой чередование стадий сорбции, регенерации и промывки ионитов.

Обратный осмос (гиперфильтрация) — очень перспективный метод. Очищаемые сточные воды при технологии обратного осмоса непрерывно фильтруются под давлением через полупроницаемые мембраны разных видов, задерживающие частично или полностью молекулы или ионы растворенного вещества. Приложенное давление должно быть выше равновесного осмотического. Таким образом, осуществляется перенос растворителя в обратном направлении, в то время как при обычном осмотическом переносе — от раствора к чистому растворителю через мембрану. Наиболее часто используются ацетатцеллюлозные мембраны, обработанные перхло-

ратом магния. Эти мембраны с порами 0,3–0,5 нм характеризуются большой скоростью пропускания воды, хорошо отделяют соли и другие вещества.

Ультрафильтрация — мембранный процесс разделения растворов, осмотическое давление которых мало. Этот метод используется для отделения сравнительно высокомолекулярных веществ, взвешенных частиц, коллоидов.

Ультрафильтрация, по сравнению с обратным осмосом, является более высокопроизводительным процессом, так как достигается высокая проницаемость мембран (100 л/ м² в сутки и более) при давлении 0,2–1,0 МПа.

Преимуществами методов гипер- и ультрафильтрации являются: простота аппаратного оформления, возможность очистки при нормальной температуре, очистка воды от органических, неорганических и бактериальных загрязнений, малая зависимость эффективности очистки от концентрации загрязнений, возможность повторного использования ценных соединений.

К недостаткам можно отнести: довольно высокую стоимость мембран, необходимость их хранения и транспортировки во влажном состоянии, а также необходимость проведения процесса очистки при повышенном давлении в системе.

Из физико-химических методов очистки сточных вод следует упомянуть: электрохимическую очистку, магнитное поле, ультразвуковые колебания, УФ-облучение, электрокоагуляцию, гальванокоагуляцию.

Химические методы очистки

Методы химической очистки наиболее приемлемы в системе локальной очистки стоков, где объемы очищаемой воды относительно невелики, а концентрации загрязняющих веществ значительны.

Нейтрализация. Сброс сточных вод в водоемы разрешается с рН 6,5–8,5. Поэтому кислые и щелочные воды должны нейтрализоваться.

Применяют следующие методы нейтрализации:

- а) нейтрализация реагентами;
- б) взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод;
- в) фильтрация через нейтрализующие материалы (известняки, доломиты, магнетиты).

Озонирование. Озон получают в специальных генераторах — озонаторах. Озонированием можно очищать воду от фенолов, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, тетраэтилсвинца и других загрязняющих веществ.

Биологические методы очистки сточных вод

Метод биологической очистки сточных вод основан на способности некоторых микроорганизмов усваивать растворенные в воде органические и неорганические вещества.

Известны два метода биологической очистки сточных вод: аэробный и анаэробный.

Аэробный метод очистки осуществляется селективными микроорганизмами при наличии в сточной воде достаточного количества кислорода и является основным способом очистки, применяемым в промышленности. Для усвоения микроорганизмами органических веществ необходим кислород, растворенный в воде. Часть органического вещества микроорганизмы используют для накопления биомассы, а другая часть превращается в продукты окисления — воду, углекислый газ, оксиды азота, азот и т.д. При этом происходит процесс минерализации коллоидных растворов и тонко суспензированных органических веществ.

По накоплению нитратов — конечном продукте минерализации органических веществ — судят об успешности и полноте процессов нитрификации.

Анаэробный метод очистки протекает в закрытых аппаратах без доступа воздуха — метантенках. Им пользуются для превращения в горючий газ органических остатков — отмершего ила аэробного процесса, навоза в сельскохозяйственном производстве и при больших концентрациях органических веществ в сточной воде и т.д.

Техническая организация биологической очистки основана на использовании тех же условий, в которых этот процесс протекает в природе.

По этому принципу сооружения и приемы биологической очистки могут быть разделены на две группы: естественные (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды) и искусственные (аэротенки, окситенки, биологические фильтры).

В производственных условиях используются только биологические фильтры, аэрофильтры, аэротенки (неполная биологическая очистка). Только на очень крупных предприятиях, расположенных за чертой города или на его окраине, используются биопруды, поля фильтрации, поля орошения (полная биологическая очистка).

Микроорганизмы, которые участвуют в процессе биологической очистки, формируют активный ил или биопленку. Активный ил имеет вид буро-желтых мелких хлопьев размером 3–150 мкм, взвешенных в воде и представляющих собой колонии живых микроорганизмов, в том числе бактерий, образующих слизистые капсулы — зоогели. Микроорганизмы, образующие ил и биопленку, весьма разнообразны; самую многочисленную группу представляют бактерии. В 1 г сухого ила их находится от 10^8 до 10^{12} экземпляров.

Известно много видов бактерий, каждый из которых может усваивать преимущественно определенные вещества. Например, бактерии, относящиеся к виду псевдомонад, окисляют метан, к виду псевдомонас — фенолы, жирные кислоты, спирты; к виду микобактериум — нефтепродукты. Белок переводят в нитриты микробы нитрозомонас, а нитриты окисляют в нитраты микробы нитробактер.

На интенсивность и эффективность очистки оказывают влияние условия, создаваемые для микроорганизмов. Прежде всего, необходима подача воздуха (аэрация) в слой воды, в котором взвешен активный ил. Микроорганизмы, как любые живые существа, нуждаются в определенных условиях жизнедеятельности. Так, увеличение концентрации веществ в стоках выше определенного предела может привести к гибели микроорганизмов. Для микроорганизмов активного ила предельно допустимая концентрация веществ, поступающих на биологическую очистку, составляет: фенола — 1000 мг/л, спиртов — 300–500 мг/л, нефтепродуктов — 25 мг/л, ионов тяжелых металлов (Zn, Ni, Cr) всего 1–10 мг/л. Большое значение также имеет температурный режим. При понижении температуры сточных вод с 20 °С до 6 °С скорость процесса очистки замедляется примерно в 2 раза, а при увеличении температуры с 20 °С до 37 °С скорость биологического окисления повышается в 2–2,3 раза.

Наиболее благоприятной средой для бактерий является нейтральная или слабощелочная: при pH ниже 5 и выше 9 эффект биологической очистки резко снижается.

Очистка сточных вод в аэротенках. Аэротенки функционируют следующим образом: смесь воды и активного ила медленно движется по прямоугольной вытянутой формы резервуарам, насыщаясь кислородом воздуха. Деструкция органических веществ происходит в толще воды, как в естественном водоеме, только в десятки и сотни раз более интенсивно. Воздух подается в толщу воды через специальные устройства — фильтры. Пузырьки воздуха не дают активному илу опуститься на дно. Внешне это выглядит так, как будто вода кипит. Продолжительность очистки воды 7–8 часов. Эффект очистки зависит от количества активного ила и кислорода в очищаемой сточной воде. Обычно концентрацию активного ила поддерживают в пределах 2–4 г/л, а растворенного кислорода 3–5 мг/л.

Очистка сточных вод на окситенках. Окситенк — разновидность аэротенка, в котором вместо воздуха используется чистый кислород и активный ил в высоких концентрациях. Концентрацию кислорода в воде окситенков доводят до 10–12 мг/л, а дозу активного ила до 10 г/л. Окислительная мощность окситенков в 5–10 раз выше, чем аэротенков.

Сточная вода, выходящая из аэротенка или окситенка, выносит весь активный ил, поэтому необходим отстойник, в котором ил осаждается, чтобы снова вернуться в цикл очистки после регенерации.

Очистка сточных вод на биофильтрах. Биофильтры — очистные сооружения, в которых сточную воду пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого биопленкой, заселенной аэробными бактериями и низшими организмами, адсорбирующими и окисляющими органические вещества. Биофильтры представляют собой прямоугольный или круглый резервуар, загруженный шлаком, гравием, щебнем или пластмассой.

Водораспределительные устройства обеспечивают равномерное, с небольшими интервалами орошение фильтрующей массы. Прошедшая через фильтр вода уходит вниз через дренажные устройства. Для поддержания окислительного процесса в биофильтр снизу подают воздух: в небольших фильтрах путем естественной вентиляции, в больших, более совершенных, — вентиляторами.

Разработаны достаточно совершенные биофильтры: высоконагружаемые с повышенной скоростью подачи очищаемой воды и большим воздухообменом, башенные фильтры с большой пропускной способностью, фильтры с рециркуляцией очищаемой воды, двухступенчатые и т.д. Но они чаще используются для очистки бытовых сточных вод, а на химических заводах применяются редко.

Термические методы очистки сточных вод, каталитическое окисление

Термическая очистка сточных вод требует больших затрат тепла. Это самая дорогостоящая система очистки. Так как существуют отходы, которые нельзя обезвредить другими методами, приходится идти на применение этого дорогостоящего способа. Он пока незаменим при наличии высокоминерализованных вод и вод, содержащих органические токсические вещества. Однако при применении этого метода необходимо учитывать возможность образования диоксинов.

Огневой метод. Суть его заключается в том, что сточная вода подается в распыленном состоянии совместно с нагретыми до высокой температуры (900–1000 °С) продуктами сгорания топлива, испаряется, а загрязняющие воду вещества сгорают.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие типы очистных сооружений применяются при очистке сточных вод?
2. Возможно ли осуществлять спуск сточных вод в водоемы?

3. Каким образом осуществляют контроль эффективности работы очистных сооружений?
4. Методы очистки сточных вод.
5. Какие методы относятся к механическим методам очистки сточных вод?
6. Какие методы относятся к физико-химическим методам?
7. Какие методы относятся к химическим методам?
8. Какие методы относятся к биологическим методам?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. НАИБОЛЕЕ ПРИЕМЛЕМЫМ СПОСОБОМ ОЧИСТКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ГРУБОДИСПЕРСНЫХ ПРИМЕСЕЙ ЯВЛЯЕТСЯ
 - 1) отстаивание
 - 2) хлорирование
 - 3) абсорбция
 - 4) аэробное окисление

2. НАИБОЛЕЕ ПРИЕМЛЕМЫЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД
 - 1) ионный обмен
 - 2) фильтрация
 - 3) центрифугирование
 - 4) коагуляция

3. ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕРАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПРИМЕНЯЮТ МЕТОД ОЧИСТКИ
 - 1) механический
 - 2) электролитический
 - 3) химический
 - 4) физико-химический

4. ОТСТАИВАНИЕ ПРИМЕНЯЮТ
 - 1) для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются
 - 2) для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ
 - 3) для извлечения из сточных вод металлов, а также соединений мышьяка, фосфора
 - 4) цианистых соединений и радиоактивных веществ

5. К ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТНОСЯТСЯ

- 1) процеживание, отстаивание
- 2) коагуляция, ионный обмен, адсорбция
- 3) нейтрализация, окисление, восстановление
- 4) фильтрование

6. К ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТНОСЯТСЯ

- 1) процеживание, отстаивание, фильтрование
- 2) коагуляция, ионный обмен
- 3) нейтрализация, окисление, восстановление, озонирование
- 4) адсорбция

7. ПО КАКИМ ОСНОВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СТОЧНЫХ ВОД?

- 1) органолептические, физико-химические
- 2) органолептические, физико-химические, количество растворенных органических и неорганических веществ, количество нерастворенных мелко- и крупнодисперсных частиц, рН, температура, электропроводность и др.
- 3) органолептические, физико-химические, количество растворенных органических и неорганических веществ
- 4) нет правильного ответа

8. КАКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТНОСЯТСЯ К ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ?

- 1) вкус, цвет, запах, мутность
- 2) электропроводность, рН, температура
- 3) количество нерастворенных частиц в воде
- 4) содержание органических веществ

9. КАКОЙ ИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ОТНОСИТСЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ?

- 1) адсорбция, перегонка
- 2) отстаивание, фильтрование
- 3) нейтрализация, окисление
- 4) адсорбция, нейтрализация

10. КАКОЙ ИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ОТНОСИТСЯ К ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ?

- 1) отстаивание, центрифугирование
- 2) окисление, термоокисление
- 3) коагуляция, флокуляция
- 4) озонирование

Тема 5. Загрязнение лекарственных растений. Охрана лекарственных растений

Цель: сформировать у студентов знания об источниках загрязнения лекарственных растений, подходах к охране дикорастущих зарослей лекарственных растений.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Основные группы факторов антропогенного происхождения, способные загрязнять лекарственное растительное сырье.
2. Источники поступления тяжелых металлов в лекарственное растительное сырье.
3. Какие факторы влияют на химический состав лекарственных растений?
4. Перечислите основные направления рационального использования лекарственных растительных ресурсов.
5. Какие биологические особенности необходимо учитывать при заготовке лекарственных растений?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Экология лекарственных растений является неотъемлемой составной частью фармакогнозии, поскольку сведения о роли различных факторов среды в накоплении биологически активных соединений лежат в основе требований к качеству и сбору лекарственного растительного сырья. Сроки заготовок сырья также определяются исходя из данных, полученных в результате изучения динамики химического состава растений. Кроме того, результаты экологических исследований лекарственных растений являются фундаментом для их успешной интродукции.

Антропогенные факторы

В целом проблема загрязнения лекарственного растительного сырья различными ксенобиотиками носит комплексный характер и включает несколько аспектов. **Методический** аспект определяется необходимостью разработки методов контроля качества сырья в условиях антропогенного загрязнения. **Экологический** аспект подразумевает исследование реакции отдельных видов на загрязнение и характер накопления токсикантов в различных органах и тканях. **Аналитический** аспект состоит в разработке современных методов анализа содержания токсикантов в лекарственном сырье и препаратах. **Законодательный** аспект — введение соответствующих предельно допустимых норм концентраций токсикантов в лекарственном растительном сырье и разработка соответствующих рекомен-

даций о местах и способах заготовки сырья в зависимости от характера и интенсивности конкретных видов антропогенного воздействия.

К позитивным видам антропогенного воздействия можно отнести весь комплекс мер по охране природы, восстановление нарушенных хозяйственной деятельностью местообитаний (рекультивация промышленных отвалов, посадка лесов), создание и совершенствование очистных сооружений, интродукцию лекарственных растений. Но позитивное антропогенное влияние все еще крайне невелико.

К негативным воздействиям относятся мелиорация, орошение, распашка, обводнение, рубка лесов, перевыпас скота, застройка и прокладка транспортных магистралей, химическое загрязнение и др. К наиболее значимым (приоритетным) загрязнителям относятся:

- радионуклиды;
- тяжелые металлы, мышьяк, фториды и другие токсичные элементы;
- полициклические ароматические углеводороды;
- пестициды;
- нитраты и нитриты;
- микотоксины и др.

Имеются данные о накоплении стронция в следующих растениях: аралия, арника, бадан, брусника, горец перечный, донник, дуб, дурман, заманиха, каланхоэ, крапива, крушина, чипа, мята, подорожник блошный, ортосифон, синюха, солодка, толочнянка, череда, черника, шалфей, эвкалипт. Переход стронция-90 из растительного сырья в водные извлечения составляет 5–8 %, что объясняется его связыванием в прочные комплексы внутри клеток.

Тяжёлые металлы, мышьяк, фториды и другие токсичные элементы. Приоритетными по степени опасности во всем мире признаны ртуть, свинец и кадмий. Также к опасным тяжелым металлам можно отнести медь, никель, цинк, хром. Загрязнение тяжелыми металлами может осуществляться путем осаждения пыли «грязных» производств на поверхность лекарственных растений. При этом подвижных (растворимых) форм металлов в почве почти не образуется, поэтому они практически не всасываются корнями и не поступают в ткани растений. До 50 % поверхностной пыли, содержащей тяжелые металлы, можно удалить продуванием сырья воздухом или промыванием свежесобранного сырья водой. Сырье, представляющее собой листья с крупной, опушенной пластинкой, более подвержено загрязнению по сравнению с сырьем из мелких, кожистых листьев или из цветков.

Степень загрязнения лекарственного растительного сырья напрямую зависит от размера предприятия, то есть объема его годовых выбросов. Для крупных предприятий (с объемом выбросов в

атмосферу более 100 тыс. тонн в год) зона, в пределах которой окружающая среда сильно загрязнена, составляет до нескольких десятков км по направлению преобладающих ветров. Для предприятий среднего размера (10–100 тыс. тонн в год) зона, в пределах которой ЛРС загрязнено существенно выше фонового, составляет до 3,5 км вокруг эпицентра выброса.

Некоторые растения, в том числе и лекарственные, отличаются и собственной склонностью к накоплению тех или иных тяжелых металлов. Так, в траве зверобоя продырявленного накапливаются повышенные концентрации кадмия, в цветках ромашки аптечной — свинца, в листьях чая — многих тяжелых металлов.

Мышьяком растения могут загрязняться в основном в окрестностях предприятий цветной металлургии, фторидами — вокруг алюминиевых заводов. Мышьяк в повышенных количествах может накапливаться в семенах какао, а фториды — в листьях чая. К другим токсичным элементам относится, в частности, селен, повышенные концентрации которого обнаруживаются в ряде растений семейства бобовых, например, в астрагалах.

Полициклические ароматические углеводороды. Многие из них высоко канцерогенны. Типичным и наиболее хорошо изученным веществом этой группы является 3,4-бенз(а)пирен. Его образованием сопровождаются любые процессы неполного сгорания с образованием сажи — работа автомобильных двигателей, горение угля и мазута в городских и промышленных котельных, и т.п.

Заготовка сырья дикорастущих лекарственных растений, как правило, проводится на доступных в транспортном отношении территориях. Степень загрязнения лекарственного растительного сырья 3,4-бенз(а)пиреном определяется главным образом интенсивностью движения автотранспорта, расстоянием от места сбора до дороги. Установлено, что сырье, заготовленное в городе и вне городской черты вблизи автодорог с интенсивностью движения свыше 1000 автомобилей в сутки, содержит большие количества 3,4-бенз(а)пирена, чем собранное вдоль дорог с интенсивностью движения менее 1000 автомобилей в сутки. На расстоянии 200 м от обочины дороги содержание 3,4-бенз(а)пирена в лекарственном растительном сырье становится постоянным, соответствующим фоновому.

Пестициды. Наиболее длительно в почве и произрастающих на ней растениях сохраняются полихлорированные пестициды из группы ДДТ (обнаруживаемые в ЛРС до сих пор, несмотря на запрет применения с 1971 г.) и близкие к ним (линдан, мирекс и др.). Эти соединения хорошо растворяются в липидах и могут концентрироваться в растениях, что показано, в частности, для семян тыквы. Значительно быстрее разлагаются, но широко применяются до

сих пор, пестициды из групп триазина, фенилмочевины и ряда других. За рубежом, где выращивание растений производится с использованием пестицидов, их содержание в сырье регламентируется. Работы по совершенствованию аналитических методов и разработке подходов к их нормированию ведутся и в нашей стране.

Нитраты и нитриты. Ряд видов лекарственных растений отличается высокой склонностью к накоплению нитратов, с частичным восстановлением их до более токсичных нитритов. Содержание нитратов в тканях растений пропорционально их содержанию в почве и у дикорастущих лекарственных растений редко достигает больших величин. Поэтому, несмотря на простоту анализа, содержание нитратов и нитритов в сырье не регламентируется. Тара с нитратными удобрениями (аммиачная селитра и др.), используемыми на плантациях, обязательно маркируется указанием о нецелесообразности их избыточного внесения.

Микотоксины. Хорошо известно, что при неправильной сушке лекарственное сырье может плесневеть, а потом досыхать уже в этом измененном состоянии. Вредность плесеней известна очень давно. Но лишь в конце XX века установили, что некоторые широко распространенные плесневые грибы (аспергилл желтый, аспергилл дымящий и ряд других) могут образовывать исключительно опасные для здоровья соединения. Их и называют микотоксинами. Наиболее известны из-за особой опасности и широкого распространения вещества из групп афлатоксинов и трихотеценовых токсинов. Они весьма термоустойчивы, не разрушаются в желудочно-кишечном тракте и оказывают токсическое воздействие (некрозы, опухоли и т.п.) на жизненно важные органы, прежде всего печень и почки, в очень малых дозах. Данных о содержании микотоксинов в лекарственном растительном сырье очень мало, но их распределение в сельскохозяйственных растениях показывает, что наибольшие концентрации афлатоксинов накапливаются в богатых запасными веществами (белки, жиры, углеводы) органах растений, например, в семенах арахиса и початках кукурузы. В действующих американской, европейской и британской фармакопеях содержание афлатоксинов в сырье нормируется.

Влияние розы ветров на качество лекарственного растительного сырья

Высокая концентрация промышленных предприятий в городах обуславливают высокую экологическую нагрузку на территории, прилегающие к таким населённым пунктам, которые потенциально являются прекрасной базой для заготовки многих ценных сырьевых видов растений.

Поэтому при планировании заготовок сырья, так же как и планировании строительства промышленных объектов, больниц, сана-

ториев и т.д., очень важно учитывать направление ветра. Для изучения преобладающих направлений ветров используют специальную схему, получившую название «роза ветров». Так как для каждой местности характерна известная повторяемость направления ветра, то представляется возможным для обозначения этой повторяемости построить специальный график, характеризующий наиболее часто встречающееся (преобладающее) направление. Для этой цели на соответствующих линиях румбов откладывают отрезки, длина которых обозначает количество повторений направления ветра в процентах к общему числу всех ветров за период наблюдения (год, сезон, месяц). Концы этих отрезков соединяют прямыми линиями и таким образом получают график, характеризующий господствующие в данной местности ветры. Значение розы ветров заключается в том, что она дает возможность получить наглядное представление о господствующих в данном районе ветрах и в соответствии с этим планировать различные значимые для данного региона мероприятия.

Таким образом, рациональное планирование заготовок с учетом расположения по отношению к промышленным предприятиям позволяет избежать отрицательного влияния ветров, приносящих с собой различные атмосферные загрязнения (пыль, дым, вредные газы и пр.)

Эдафические факторы

Почва играет огромную роль в укреплении, водоснабжении и минеральном питании растений. Ведущими характеристиками почвы для растений являются механические свойства и химический состав.

Механический состав почвы. В удержании воды основную роль играют механические свойства почвы. В этом отношении различные типы почв отличаются довольно сильно, что, естественно, отражается на растениях. Крайними проявлениями являются «легкие» почвы, пропускающие воду, и «тяжелые», практически не пропускающие ее. Так, например, песок плохо удерживает воду, поэтому она быстро просачивается в нижние горизонты. Растения, предпочитающие песчаные почвы — псаммофилы, приспособились к этим условиям путем развития мощной горизонтальной или вертикальной корневой системы, что способствует хорошему «заякориванию». Глинистые почвы, наоборот, хорошо удерживают воду и очень плохо пропускают ее в нижние слои. Для большинства растений предпочтительны почвы промежуточного типа — супеси и суглинки.

Химический состав почвы. Разные типы почв отличаются по химическому составу. В зависимости от этого выделяют следующие экологические группы растений. Галлофилы — растения, живущие в условиях высокой концентрации в почве хлоридов и сульфатов, т.е. в условиях повышенного засоления. На Земле почти четвертая

часть почв в той или иной степени засолена. В областях с умеренным климатом естественное засоление почв происходит на небольших территориях, например, на берегах морей, но в жарком и сухом климате это обычное явление. Поэтому засоленные почвы особенно широко распространены в зонах южных степей и пустынь. Вследствие трудности поглощения воды из сильно засоленных почв, галлофилы часто приобретают черты ксерофитов. Такое лекарственное растение как анабазис безлистный, известное своими алкалоидами, способно переносить засоление почвы на 15–18 %. В меньшей степени солеустойчива облепиха крушиновидная.

Растения довольно чувствительны к содержанию в почве азота, кальция и других элементов. Многие рудеральные виды (крапива двудомная, белена черная, дурман обыкновенный и другие) являются нитрофилами, в клеточном соке которых содержание нитратов может достигать 15 %.

Ряд растений чутко реагирует на кислотность почвы. К индикаторам кислых почв относятся, например, хвощ, щавель и многие болотные растения (вереск, голубика клюква). Такие растения, как ветреница, хохлатка, володушка, черемша, предпочитают щелочные почвы. Есть и такие виды, которые индифферентны к pH субстрата. К ним относятся, в частности, спорыш, земляника, пастушья сумка и др.

Орографические факторы

Если рельеф местности заметно неоднороден (холмы, овраги, склоны и т.п.), то на ней имеются места, где воздействие ранее рассмотренных экологических факторов не одинаково. Например, растения на солнечном, обращенном к югу, склоне получают в течение дня значительно больше света и, соответственно, тепла, чем растения северной стороны. Они активнее заселяют этот склон, раньше начинают цвести, образуют большую фитомассу, часто накапливают больше действующих веществ. Атмосферные осадки, стекая по склону, выносят с возвышенных мест мелкие частицы почвы и минеральные соли, что в итоге создает постепенное изменение влажности, химического и механического состава почвы. Поэтому у основания склона растут, как правило, более влаголюбивые, требовательные к богатству почвы растения, а на вершине — менее влаголюбивые и менее требовательные. Это определяет постепенное изменение растительности вдоль склона, называемое экологическим рядом. На вершинах встречаются в основном мхи и лишайники, ниже появляются толокнянка и вереск, еще ниже — черника, и у самого основания — различные лесные травы и злаки.

Влияние экологических факторов на химический состав лекарственных растений

Существует тесная связь между химическим составом растений и особенностями окружающей их среды. Терапевтическая ценность лекарственных растений определяется биологически активными веществами (БАВ), большинство из которых относятся к вторичным метаболитам. В ряде случаев можно выделить доминирующее влияние отдельных экологических факторов на химический состав растений. В этом разделе рассматривается влияние высоты над уровнем моря, влажности, освещенности, химического состава почвы, а также сборного «географического фактора», объединяющего в себе основные абиотические факторы местности.

Биосинтез вторичных метаболитов в растениях определяется, с одной стороны, генетически и закономерно изменяется в ходе онтогенеза (жизненного цикла растения). С другой стороны, на этот динамический процесс в течение сезона и в разное время суток существенно влияют факторы внешней среды. Знание этих явлений для провизора является непременным условием, поскольку на основе изучения хода и особенностей накопления БАВ разрабатываются правила сбора и сушки, а также основные требования к качеству лекарственного растительного сырья.

Связь с условиями местообитания

Изучение содержания эфирного масла багульника болотного в разных частях его ареала позволило выделить три географических района: северный (лесотундра и темнохвойные северотаежные леса), средний (темнохвойные средне- и южнотаежные леса) и южный (смешанные и широколиственные леса). В сырье из северного района (выше 60° северной широты) его содержание составляло 1,17 %, из среднего (56–60° северной широты) — 1,61 %, из южного (южнее 56° северной широты) — 1,25 %. Видно, что географический фактор оказывает достоверное влияние на содержание эфирного масла в листьях багульника болотного. В разных районах места с наибольшим накоплением в сырье эфирного масла отличались по степени освещенности. На севере это оказались участки под пологом леса, где освещенность составляет 30 % от суммарной, в среднем районе — открытые местообитания, а в южном — опушки высокоствольных лесов.

У мяты полевой при продвижении с севера на юг наблюдается более или менее определенное увеличение числа железок, которое нередко сопровождается увеличением содержания эфирного масла. Эта зависимость не прямая, поскольку накопление эфирного масла зависит не только от числа, но и от физиологической активности железок. И в целом, такие районы, как Средиземноморье, Кавказ,

горная Средняя и Центральная Азия наиболее богаты эфирномасличными видами по сравнению, например, с флорой северо-запада европейской части России.

Наряду с особенностями распространения целых групп соединений, имеются данные и о закономерностях встречаемости отдельных веществ. К ним, в частности, относится псорален. Анализ распространения псораленсодержащих растений показал, что по направлению к северу число их становится все меньше, и в Евразии граница таких растений лежит в пределах 45 и 55 градусами северной широты.

Общеизвестно, что по мере продвижения растений на север, в жирных маслах, накапливающихся в плодах и семенах, увеличивается доля триглицеридов, образованных полиненасыщенными кислотами.

Стефания гладкая на родине, в Индии, содержит циклеанин в качестве доминирующего алкалоида. При культивировании за пределами района естественного произрастания, в Аджарии, в ее клубнях стал накапливаться алкалоид стефаглабрин, а содержание циклеанина сильно уменьшилось.

У амми большой также наблюдается большая изменчивость в составе кумаринов. В плодах растений из Египета основными фурукумаринами являются ксантотоксин, бергаптен, императорин, а в плодах растений, выращенных в Предкавказье, — изопимпинеллин, следы ксантотоксина и бергаптена. Амми большая, выращенная в Ленинградской области, содержит очень незначительное количество кумаринов. Таким образом, с продвижением этого растения на север меняется не только количественный, но и качественный состав кумаринов.

Можно привести противоположный пример, когда образцы разного географического происхождения имеют сходный химический состав. Так, химический состав сырья валерианы лекарственной, выращиваемой в ФГБНУ ВИЛАР (г. Москва), практически идентичен образцам сырья, заготовленным в дикой природе.

Известны случаи, когда химическая изменчивость не имеет географической приуроченности, а проявляется хаотически. Обследование 33 пунктов европейской части России, где произрастает тысячелистник, показало значительные различия — от 0 до 170 мг/100 г — в количественном содержании прохамазуленов.

При исследовании алкалоидного состава паразитного гриба спорыньи также не удалось обнаружить заметной связи с географическим происхождением. Набор алкалоидов из групп эрготамина, эргокрестина и эрготоксина, а также их количественное содержание в образцах, собранных в Нечерноземье, Сибири и на Дальнем Востоке, существенно, но закономерно, менялись.

Другим примером является мачок желтый, который встречается на песчаных морских побережьях, галечниках, а также на скалистых и щебнистых склонах в Крыму и на Черноморском побережье Кавказа. Основное действующее вещество мачка — алкалоид глауцин. Сравнительный анализ содержания глауцина у растений, произрастающих во влажных условиях Закавказья и в сухих условиях Крыма, показал, что крымские растения содержат глауцина больше, чем кавказские.

У лаванды и шалфея лекарственного количество железок на 1 мм² листа прямо пропорционально высоте над уровнем моря: от высоты 600 м до высоты 900 м оно изменяется от 5,3 до 7,5. Число железок у растений семейства яснотковых зависит и от влажности их местообитаний. Растения из сухих местообитаний имеют большее их число, чем виды, растущие в условиях достаточного увлажнения. Прослеживается также связь между числом железок и содержанием эфирного масла при различных условиях освещенности даже в пределах одной и той же широты. Например, у мяты перечной, выращиваемой на открытых местах по сравнению с затененными оба эти показателя возрастали от 2,7 до 4,7 и от 0,2 % до 0,54 % соответственно. Эти данные говорят о том, что поиск перспективных лекарственных растений, содержащих эфирные масла, а также культивирование эфирносов в условиях влажного климата северных широт будет менее эффективным по сравнению с районами с сухим и жарким климатом.

Важными факторами, влияющим на химический состав растений, являются показатели почвы. Кислотность почвы в сочетании с освещенностью оказывает влияние на накопление алкалоидов у чистотела большого. Так, в условиях средней полосы России наибольшее количество алкалоидов (1,8–2,0 %) содержится у растений, собранных на незатененных участках с влажными суглинками, имеющими реакцию среды, близкую к нейтральной. А у растений, произрастающих на кислых почвах в условиях затенения, содержание алкалоидов не превышало 1,5 %. Установлено, что под влиянием молибдена биологическая активность листьев наперстянки шерстистой возрастает на 10–46 % из-за значительного увеличения содержания ланатозида С. Марганец способствует биосинтезу не только этого гликозида, но и ланатозидов А и В. Результаты подобных исследований имеют большое практическое значение для выбора режимов выращивания растений, в результате чего можно получать сырье с заданным химическим составом.

Иногда популяции одного вида растений в разных частях ареала отличаются по качественному составу соединений одной группы. В тех случаях, когда их представители морфологически неотличимы, вводят понятие хеморас. У багульника болотного в пределах

его ареала можно выделить три хеморасы, которые отличаются содержанием левоментола в эфирном масле: Бурятия, Читинская, Магаданская и другие области Восточной Сибири (0,5–1,0 %), некоторые районы европейской и азиатской части России, Украина, Белоруссия (1,0–11,7 %), северные и центральные районы европейской части России (18,0–38,0 %).

Хеморасы можно выделить у крестовника плосколистного, произрастающего на небольшой территории Кавказа с островными участками ареала в Закавказье. Он является алкалоидоносным растением, накапливающим платифиллин, сенецифиллин и саррацин. При этом ряд популяций, которые встречаются преимущественно на западных участках ареала, отличаются тем, что растения в больших количествах накапливают саррацин и не образуют сенецифиллин и платифиллин. Эти популяции были выделены в особую химическую разновидность *Senecio platyphylloides chemovar sarracinifera*. Остальные популяции, алкалоида саррацина не содержали.

Сезонная и суточная динамика накопления биологически активных веществ

Изучение динамики содержания полифенолов в процессе онтогенеза у зверобоя продырявленного и зверобоя пятнистого показало, что максимальное их количество накапливается в цветках и листьях в период бутонизации и начала цветения. На этом основании были предложены сроки сбора сырья — начиная с первой половины июля до конца массового цветения. И у большинства других растений максимум накопления действующих веществ в надземной части приходится на те же периоды жизненного цикла.

У ромашки аптечной с момента отрастания листьев и до полного цветения происходит постепенное накопление эфирного масла в надземных органах. Максимальное содержание отмечено в фазу цветения. Сравнение образцов, собранных из разных географических пунктов, показало, что количественное содержание может изменяться, в то время как качественный состав масла остается практически неизменным.

Изменение количественного содержания эфирного масла часто сопровождается и изменением его качественного состава. Классический пример — кориандр, у которого незрелые плоды обладают неприятным запахом, обусловленным наличием дециленового альдегида, а зрелые имеют приятный аромат, определяемый линалоолом и его сложными эфирами. У мяты перечной от начала бутонизации до полного цветения происходит непрерывное увеличение доли ментола в эфирном масле.

Количество жирного масла в семенах клецки непрерывно увеличивается от фазы молочной спелости до фазы полного созревания семян, причем это увеличение достигает 100 %.

Общеизвестно, что подземные органы многолетних травянистых растений содержат наибольшее количество вторичных метаболитов ранней весной и поздней осенью. Такова, в частности, динамика накопления основных БАВ — эскизонов — у левзеи сафлоровидной, слизи — у алтея, валтратов и эфирного масла — у валерианы лекарственной, тритерпеновых сапонинов — у синюхи голубой и др. У родиолы розовой динамика накопления салидрозида зависит не только от фазы развития растения, но и от пола особей. У женских экземпляров в подземных органах количество салидрозида постепенно увеличивается от фазы бутонизации до фазы цветения, затем снижается во время плодоношения и потом вновь повышается. Таким образом, у женских особей динамика его содержания имеет два максимума. У мужских особей динамика содержания салидрозида имеет один максимум во время бутонизации и цветения.

Два пиковых максимума в накоплении арбутина наблюдается и в листьях брусники и толокнянки. Это обуславливает особый режим заготовки сырья: весной, до цветения и осенью, в период массового созревания плодов.

У некоторых видов различное содержание БАВ наблюдается не только в разные периоды жизни растения, но и в разных органах. Например, максимальное содержание глауцина в мачке желтом отмечено в начале цветения в генеративных органах, в фазе массового цветения — в стеблях и в фазе завязывания плодов — в листьях.

Некоторые растения чутко реагируют и на погодные условия в течение дня, проявляя тем самым суточные изменения содержания те или иных веществ. Так, динамика содержания эфирного масла мяты оказалась прямо пропорциональной суточным колебаниям температуры воздуха и обратно пропорциональной колебаниям влажности.

У сосны обыкновенной наблюдается разный качественный состав эфирного масла в течение дня, а также в зависимости от степени техногенного загрязнения и места произрастания.

Не остается постоянным в течение суток и содержание суммы алкалоидов у скополии в условиях культуры: максимальное содержание у некоторых растений оказывается в 6 раз выше минимального. Менялось не только общее количество, но и отношение отдельных компонентов. В пасмурные дни содержание алкалоидов у одного вида было в 2–3 раза выше по сравнению с солнечными днями.

Охрана лекарственных растений

Охрана лекарственных растений — это компонент охраны природы, комплексной системы мероприятий, направленных на со-

хранение, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Растительный мир постепенно теряет свое разнообразие и целостность. Так, не менее 1/4 части суши лишены естественного растительного покрова. По данным Международного союза охраны природы еженедельно вымирает 1 вид растений, а каждый 50-й вид находится под угрозой уничтожения. Резко сокращают ареал и численность многие ценные виды, в том числе и лекарственные. Сокращаются площади лесов. Естественный покров степной зоны сменился на большей части территорий посевами или культурными насаждениями. В ряде случаев результаты вмешательства человека в естественный ход развития и условия существования разных типов растительности приводит к необратимым последствиям. Таким образом, с ростом индустриализации общества происходит не только заметное ускорение процессов вымирания отдельных видов, но и уничтожение целых экологических систем.

К основным направлениям рационального использования лекарственных растительных ресурсов относятся:

1. Учет биологических особенностей лекарственных растений. Рациональное использование и охрана базируются на знании основных биологических закономерностей лекарственных растений в ходе развития, определении восстановления зарослей в процессе их эксплуатации, изучении влияния факторов окружающей среды на образование и динамику накопления действующих веществ в растении. Это дает возможность определить оптимальные режимы и способы сбора сырья и повысить продуктивность заготовок.

2. Интродукция лекарственных растений. Это специализированная форма охраны лекарственных растений, направленная на создание их рентабельной культуры, в первую очередь это относится к лекарственным растениям, не имеющим обеспеченной сырьевой базы (красавка обыкновенная, марена красильная, женьшень); к видам с ограниченным ареалом: имеющим обширный ареал, но произрастающих спорадически и не образующих промышленных зарослей (бессмертник песчаный, синюха голубая). В отношении таких видов, как облепиха, полынь цитварная и других весьма целесообразным является «окультуривание» естественных зарослей.

3. Издание Красных книг, имеющих статус юридического и справочного документа.

4. Организация системы особо охраняемых природных территорий. Охраняемые природные территории выступают как регуляторы экологического равновесия, без которого невозможно рациональное природопользование, прогнозирование любой хозяйственной деятельности и сохранение природной среды.

5. Правильное планирование и районирование заготовок сырья. Под этим подразумевается создание целевых долгосрочных программ ресурсоведческих исследований отдельных регионов и разработка рекомендаций по оптимальному размещению и регулированию объема заготовок лекарственных растений.

6. Нормирование заготовок сырья. Необоснованные и ненормированные заготовки лекарственных и других полезных растений приводят к интенсивному истощению естественных запасов. Это особенно актуально в тех случаях, когда заготовительные работы находятся в руках случайных лиц и организаций. Учитывая, что многие виды лекарственных растений играют заметную роль в растительных сообществах, интенсивные заготовки могут привести к нарушению сложившегося баланса крупных растительных систем.

7. Соблюдение способов и правил заготовок сырья, изложенных в сборнике инструкций «Правила сбора и сушки лекарственных растений». Эти инструкции определяют рациональные регламенты технологии сбора и сушки лекарственного растительного сырья, обеспечивающие условия для сохранения и воспроизводства природных запасов лекарственных растений. На основе материалов, разработанных с учетом изменения содержания биологически активных веществ в различные периоды вегетации каждого растения, разрабатываются рекомендации по оптимальным срокам заготовки, режимам сушки сырья и его хранения, что гарантирует качество растительного сырья, удовлетворяющее требованиям соответствующей нормативной документации.

8. Поиск новых, перспективных для использования видов. Работа в этой области проводится в нескольких направлениях. Во-первых, родственные виды могут иметь близкий химический состав и проявлять подобное фармакологическое действие. Поэтому в последнее время стали актуальными исследования, связанные с возможностью использования других, родственных официальным, видов, имеющих достаточную сырьевую базу. При этом уменьшается нагрузка на традиционно используемые растения, особенно в тех районах, где проходит граница их ареала или в местах с повышенным спросом, что обеспечивает их сохранение и возобновление. Примерами могут служить виды тысячелистника, чабреца, валерианы и др.

Наиболее существенные направления рационального использования лекарственных растений изложены ниже более подробно.

Заготовка лекарственных растений с учетом их биологических особенностей

Знание экологических особенностей лекарственных растений приобретает особую важность при разработке рациональных режимов их заготовок. Это можно пояснить конкретными примерами.

К наиболее подробно изученным в экологическом отношении растениям относится ландыш майский. Он образует достаточно плотные заросли в дубравах, сосняках, ельниках, а также образовавшихся после их вырубке березняках и осинниках. Это мезофит, северную границу распространения которого определяет недостаток тепла, а южную — недостаток влаги. Поэтому на севере ареала ландыш растет по опушкам и на южных склонах, а на южных его участках — в затененных местообитаниях при большем увлажнении. В разных частях ареала, отличающихся по экологическим условиям, популяции ландыша приурочены к различным местообитаниям. Кроме того, они отличаются по численности, продуктивности и степени развития особей. Следовательно, режимы заготовок ландыша на разных территориях не могут быть одинаковыми. Быстрее всего заросли ландыша восстанавливаются там, где для этого вида создаются оптимальные условия, а именно в дубравах. За 2 года здесь восстанавливается 100 % биомассы, а в сосняках за тот же период — только около половины. Но для восстановления всей структуры популяции необходимо более длительное время. Поэтому рекомендуется заготавливать ландыш в зоне широколиственных лесов 1 раз в 4 года, а на территориях, расположенных дальше на север, — 1 раз в 5–6 лет.

Другие исследования проводились в различных вариантах заготовки сырья зверобоя продырявленного в условиях средней полосы европейской части: 1 вариант — ежегодные заготовки, 2 вариант — с однолетним интервалом после двух лет заготовки, 3 вариант — с однолетним интервалом после одного года заготовки. Результаты оказались следующими. В первом варианте сырьевая продуктивность оказалась самой высокой, во втором — составила 86 % от первого и в третьем — 69 %. Ежегодные заготовки, однако, ведут к снижению сырьевой продуктивности через 4 года в 20 раз и снижению содержания экстрактивных веществ. Таким образом, режим заготовок с однолетним интервалом через каждые 2 года оказался наиболее предпочтительным.

Экологические условия оказались определяющим при выборе мест заготовки коры крушины. Она обычно растет в виде разреженного подлеска в мелколиственных, хвойных и смешанных лесах европейской части, где и производятся основные заготовки. Нередко крушину можно встретить на вырубках, где она быстро заселяет свободные площади из-за наличия оптимальных условий для полноценного развития. Там ее популяции восстанавливаются за 3 года после заготовок. За это же время ее лесные популяции восстанавливаются менее чем наполовину. Поэтому систематический сбор коры следует проводить только на вырубках, а под пологом древо-стоя возможна лишь разовая заготовка.

Значительно большее время на восстановление требуется тем растениям, у которых заготавливаются подземные органы. Например, после эксплуатации зарослей диоскореи ниппонской, пиона уклоняющегося, папоротника мужского или горца змеиного необходим перерыв в 20–30 лет.

В тех случаях, когда лекарственным сырьем является «трава», период восстановления популяции можно определить в прямом эксперименте, имитирующем заготовку. Заросль считается восстановившейся, когда полученная вновь возрастная структура популяции участка заготовки приближается к исходной.

Гораздо сложнее определить сроки восстановления зарослей тех растений, у которых заготавливаются медленно отрастающие органы или их части. В этом случае экспериментальное изучение сроков восстановления нерационально из-за необходимости очень продолжительного периода наблюдений, поэтому сроки восстановления определяют по среднему возрасту растений. Однако определение возраста требует специальной подготовки и дополнительных навыков. Это еще раз подтверждает необходимость умения выделять отдельные возрастные состояния при заготовке лекарственных растений.

К настоящему времени сведения о скорости восстановления зарослей после эксплуатации имеются приблизительно по 30 видам лекарственных растений.

Интродукция лекарственных растений

В настоящее время в нашей стране производится заготовка как дикорастущих, так и культивируемых лекарственных растений, как давно зарекомендовавших себя в медицине, сельском хозяйстве, других отраслях, так и видов, ранее мало или совсем не изученных. Комплекс мероприятий, направленных на введение в культуру лекарственных и других групп полезных растений, называется интродукцией. Интродукция позволяет ввести в практику медицины новые виды, сохранить биологическое разнообразие, обогатить культурную флору новыми видами растений, сформировать устойчивую сырьевую базу как основу для эффективного развития сельского хозяйства, пищевой, фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности, решить практические вопросы зеленого строительства, охраны окружающей среды.

С практической точки зрения неоспоримым преимуществом интродукции является возможность реализации требований доказательной медицины и строгого научного подхода на всех стадиях выращивания растений, включая отбор семян, количество осадков, удобрений, гербицидов, количество действующих веществ и др. В настоящее время в соответствии с требованиями доказательной медицины интродуцируют около 100 видов лекарственных растений,

из которых производят препараты с доказанной клинической эффективностью. При интродуцировании имеется возможность повысить защиту растений от фитопатогенных организмов, увеличить всхожесть семян и продуктивность растений за счет направленного воздействия на биосинтез, расширить кормовую базу для сельскохозяйственных животных, повысить качество кормов и их энергосыщенность, предотвратить деградацию почв и улучшить их качество, получить продукты направленного биокорректирующего действия и др.

Культивируемые растения играют важную роль в номенклатуре лекарственного растительного сырья. Необходимость введения в культуру того или иного растения определяется несколькими причинами. К ним относятся: недостаточные сырьевые ресурсы, эксплуатация которых может привести к уничтожению растений (например, виды унгернии, крестовник плосколистный, красавка), отсутствие в нашей флоре ценных источников биологически активных соединений (подофилл щитовидный, паслен дольчатый и др.), труднодоступность некоторых растений и т.д. Работы по интродукции растений имеют большую значимость при поисковых исследованиях перспективных лекарственных растений. Наконец, в силу сложившейся геополитической обстановки, мы лишились прямой поставки многих видов сырья из растений, произрастающих за пределами страны. В этой связи работы, направленные на возможность выращивания в России ряда лекарственных растений, ставших иноземными, становятся особенно актуальными.

Интродукция в той или иной степени затрагивает перенос растения в другие, искусственно созданные, условия. Знание биологических особенностей вида и экологическая характеристика новых условий выдвигаются на первый план. Это особенно важно, когда растение культивируется за пределами его естественного ареала, в условиях, сильно отличающихся от тех, в которых оно произрастает в диком виде.

Интродукцией растений, в том числе и лекарственных, занимаются ботанические сады. Во многих фармацевтических институтах, академиях, университетах также имеются питомники (лаборатории) лекарственных растений.

В 1984 году сотрудниками ВИЛАР разработана методика исследований по интродукции лекарственных растений, которая охватывала основные вопросы, подлежащие изучению при введении в культуру. В 1990 году эта методика была переработана и преобразована в единую программу исследований по интродукции лекарственных растений, которая включает 3 этапа.

Первый этап — коллекционное изучение видов. Он охватывает период с момента сбора исходного материала до отбора наиболее

перспективных видов для дальнейшего, более детального исследования. Объектами изучения могут быть 3 категории растений.

1. Новые перспективные виды, лекарственные формы из которых проходят углубленное химическое или клиническое исследование.

2. Разрешенные к использованию лекарственные растения, природные запасы которых истощены.

3. Иноземные виды, содержащие ценные группы БАВ, отсутствующие в растениях отечественной флоры.

При выборе объекта руководствуются также данными систематики (наличие или отсутствие близких видов или их групп), химической изменчивости, географии (тип ареала, его широта) и другими сведениями, которые позволяют оценить роль растения в сообществе. Следовательно, при выборе объекта необходимо учитывать степень схожести естественных условий произрастания и условий выращивания.

После выбора объекта приступают к сбору исходного материала. Это может быть осуществлено двумя путями: сбор материала в экспедиционных условиях и получение посевного материала путем выписки семян из ботанических садов. Наиболее целесообразным является первый путь, когда исследователь видит объект изучения в конкретных условиях обитания. Он может отобрать наиболее продуктивные особи, оценить внутривидовую изменчивость морфологических признаков и непосредственно собрать семенной или посадочный материал. Второй путь более прост, но менее результативен, поскольку окончательная идентификация растения может быть установлена лишь при его выращивании из полученных семян. Довольно часто полученное растение оказывается не тем видом, который предназначен для изучения.

Приведем конкретный пример, связанный с принципами выбора исходного материала для интродукции вздутоплодника сибирского, у которого используются корни и корневища как источник кумаринов. Наиболее крупные заросли этого растения имеются в Читинской области. Для анализа было предварительно обследовано 6 ценопопуляций вздутоплодника, которые встречались в различных типах степей. Внутри этих популяций определялись следующие показатели: семенная продуктивность (число плодов на один генеративный побег), масса 100 мерикарпиев, выход сырья с одного растения и содержание кумаринов в нем. Оказалось, что по отдельным признакам наблюдается значительная изменчивость, причем эти признаки изменялись независимо друг от друга. Например, содержание кумаринов варьировало от 1,5 % до 11,5%. Поэтому отбор особей, высокопродуктивных по всем показателям, оказался невоз-

возможным. Для интродукции выбирались те растения, у которых совокупность этих признаков была оптимальной.

После сбора проводится оценка качества посевного материала, которая включает изучение морфологических особенностей, лабораторной и грунтовой всхожести, скорости и энергии прорастания и т.д. Для получения статистически достоверных результатов необходимо наличие выборки — 1000 штук семян для определения их сухой массы и 100 штук для определения всхожести.

Следующий шаг — наблюдения за растениями, выращенными из семян на коллекционном питомнике. Это наиболее длительный и сложный комплекс исследований, который проводится, как правило, в течение многих сезонов. Сюда входят изучение онтогенеза от момента прорастания семян до гибели растения, сезонного ритма развития, устойчивости к болезням и вредителям, семенной и сырьевой продуктивности.

Изучение онтогенеза складывается из определения возрастных состояний растения и характера их смены. В ходе онтогенеза различают четыре основных периода развития, которые образуют жизненный цикл растения:

1) латентный (период покоя семян);

2) прегенеративный (от момента прорастания семян до бутонизации). В нем выделяют следующие возрастные состояния: проростков, ювенильных растений, когда происходит отмирание семядолей, виргинильное состояние, начинающееся с момента ветвления первичного побега;

3) генеративный (от начала бутонизации до конца плодоношения). В генеративном периоде различают молодое, средневозрастное и старое (сенильное) состояния, отличающиеся числом вегетативных и репродуктивных побегов и реальной семенной продуктивностью. Сенильное состояние определяется в основном сокращением числа почек возобновления;

4) постгенеративный период (отмирание растения).

Например, у череды трехраздельной каждому периоду жизненного цикла и возрастному состоянию соответствует, помимо прочих признаков, определенная форма и степень расчленения листовой пластинки.

В ходе наблюдений за онтогенезом проводят анализ сезонного ритма развития, то есть сроков наступления основных фаз у растений, достигших генеративного периода.

Растения, взятые из различных точек ареала, при перенесении в новые условия имеют морфологические различия в одной и той же фазе жизненного цикла. Так, например, различные образцы кровохлебки лекарственной, собранные в разных местах (от Мурманской области до Волгограда) и выращиваемой на широте Москвы, имели

следующие особенности. Наиболее высокий процент всхожести семян наблюдался у растений северных популяций. Размеры же растений, наоборот, увеличивались от 60 см у растений, полученных с Кольского полуострова, до 160 см у растений из Волгограда. Причем эти различия сохранялись до трех лет культивирования, что говорит о генетической закреплённости особенностей развития растений разного географического происхождения.

Немаловажное значение для успешного введения в культуру имеют зимостойкость (или морозоустойчивость) и устойчивость к болезням и вредителям. Зимостойкость определяется путем учета степени воздействия низких температур на выживаемость растений. На практике это осуществляется подсчетом числа особей, ушедших под зиму, и их числа после перезимовки.

Устойчивость к болезням и вредителям состоит в выявлении видового состава микроорганизмов, вызывающих болезни, и вредителей, а также в разработке мер защиты растений от них. Наиболее широко распространенными болезнями являются ржавчина, мучнистая роса, пятнистость листьев и др., а наиболее распространенные насекомые-вредители — долгоносики, мухи, совки, листовёртки и др. Для оценки степени поражения пользуются шкалами, основанными на относительном размере повреждения листовой пластинки.

Для целей культивирования очень важно знать активность вегетативного размножения растения. Для выяснения возможности вегетативного размножения многолетних растений используют черенки побегов и корневищ, части корней, луковиц и т.д. Ставятся опыты по укоренению в различных условиях освещенности, почв, температурного режима. При постановке опытов в открытом грунте учет прижившихся растений проводится после их перезимовки весной следующего года.

В план наблюдений входит и определение сырьевой продуктивности. Она оценивается на основании средней выборки, объемом которой должен быть не менее 30 единиц. При этом сырьевую часть растения взвешивают сначала в свежем виде, а затем после сушки, которая проводится по правилам, установленным для данного вида сырья. В сухих образцах устанавливают количественное содержание действующих веществ и их компонентный состав.

Итогом работ первого этапа интродукции является отбор форм, перспективных для дальнейшего изучения. Делается анализ успешности или перспективности интродукции на основании материала, полученного к этому времени. Отбираются хорошо зимующие особи, рано вступающие в генеративный период, способные образовывать полноценные семена, дающие самосев, устойчивые к болезням и вредителям, и, если возможно, имеющие способность к

эффективному вегетативному размножению. Посадочный материал высевают или высаживают на экспериментальный участок.

Второй этап работы — более детальное изучение видов — проводится с отобранными формами. На этом этапе изучаются: динамика плодоношения, основные приемы выращивания, урожайность, динамика накопления БАВ, качество сырья, полученного при интродукции.

При изучении динамики плодоношения учитывают коэффициент продуктивности, т.е. отношение реальной продуктивности к потенциальной. Снижение продуктивности может быть связано с недоразвитием частей цветка, недоразвитием пыльца, отсутствием или недостатком опылителей и т.д.

Разработка основных приемов выращивания проводится с использованием агротехнических и агрохимических методов. Агротехнические методы предусматривают выяснение оптимальных сроков посева и глубины заделки семян, приемов ухода за растениями, определение площади питания, использование различных типов укрытия растений. Агрохимические методы позволяют изучить режим питания растений, а также изменение урожайности при внесении удобрений, подкормок и микроэлементов. При планировании таких опытов площадь учетной делянки может колебаться от 20 до 60 м в зависимости от габитуса растений.

Для учета урожайности проводится скашивание или выкапывание всех особей. Побеги, срезанные с 1 м², измеряют, учитывают число листьев, цветков и плодов, взвешивают в сыром и воздушно-сухом виде. После отрастания растения вновь скашивают и проводят аналогичную работу. Опыты по оценке урожайности отдельных видов лекарственных растений дают возможность установить, какой из сроков заготовки сырья является оптимальным.

Динамика накопления БАВ определяется в зависимости от фазы вегетации растения, его возраста, происхождения исходного материала. Устанавливается процентное содержание суммы действующих веществ (или отдельных компонентов), а также их выход с единицы площади. И, наконец, проводится передача семенного или посадочного материала для создания семенных или маточных участков в производственных условиях.

Итогом второго этапа интродукции является определение требований к качеству лекарственного растительного сырья, т.е. числовых показателей, на основании чего составляются проекты ГОСТ или Фармакопейных статей.

Третий этап включает опытно-производственное испытание изучаемого вида и экономическое прогнозирование технологии производства сырья.

Опытнo-производственнoе испытание должно включать разработку технологии возделывания растения применительно к району возделывания. Площадь опытного поля составляет, как правило, 0,1–0,5 га. Здесь уточняются приемы выращивания растений в производственных условиях с использованием сельскохозяйственной технологии: подготовка почвы, посевного или посадочного материала, уточнение срока сева или посадки, установление срока и способов уборки урожая. Результатом этих работ является составление технологической карты возделывания.

При прогнозировании затрат показатель продуктивности вводимого в культуру растения для производства в промышленных масштабах следует снижать наполовину, поскольку в производственных условиях резко возрастают потери, связанные с механизированной уборкой, транспортировкой, сушкой и т.д. Общий экономический прогноз стоимости конечной продукции складывается из суммы затрат, производимых на всех этапах технологического процесса с учетом работ механизированных агрегатов, их амортизации, стоимости удобрений и пестицидов, подготовки семян, сбора урожая и т.д. Все эти данные суммируют применительно к расчетной единице — себестоимости 1 тонны сырья.

Таким образом, работы, связанные с интродукцией лекарственных растений, носят комплексный характер, требующий на том или ином этапе привлечения специалистов различного профиля (агрономов, химиков, экономистов). Однако в основе своей они базируются на исходных данных об экологических условиях произрастания растения.

В первую очередь для введения в культуру рекомендуются аир болотный, арника горная, василек синий, вздутоплодник сибирский, астрагал шерстистоцветковый, душица обыкновенная, элеутерококк колючий и другие виды.

К сожалению, во многих случаях исследования по интродукции не завершаются широким, успешным и длительным культивированием, т.е. устойчивой промышленной культурой. В одних случаях это определяется постепенным снижением урожайности (паслен дольчатый), в других — высокими экономическими затратами (ревень тангутский, подофилл щитовидный и некоторые другие лекарственные растения).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Источники поступления полициклических ароматических углеводов в окружающую среду и загрязнение ими лекарственного растительного сырья.
2. Загрязнение ЛРС пестицидами, нитратами и нитритами, микотоксинами и другими группами вредных веществ.

3. Влияние условий местообитания на содержание в растениях биологически активных веществ. Примеры.
4. Сезонная и суточная динамика накопления БАВ в растениях.
5. Основные направления рационального использования лекарственных растений.
6. Влияние биологических особенностей растений на их заготовку в различных местах обитания. Примеры.
7. Понятие об интродукции лекарственных растений и ее значение. Причины введения лекарственных растений в культуру.
8. Правила рациональной заготовки сырья редких лекарственных растений, не имеющих обеспеченной сырьевой базы.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. КАК РЕАГИРУЕТ БОЛЬШИНСТВО ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ УСЛОВИЯ СРЕДЫ
 - 1) избеганием неблагоприятных воздействий
 - 2) выработкой определённых форм поведения
 - 3) изменением формы, строения тела и процессов жизнедеятельности
 - 4) прекращением роста и развития
2. ПРИ КАКОЙ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПРЕКРАЩАЕТСЯ РОСТ БОЛЬШИНСТВА ТЕПЛОЛЮБИВЫХ РАСТЕНИЙ?
 - 1) 0 °С
 - 2) 5 °С
 - 3) 10 °С
 - 4) 15 °С
3. КАКИЕ АДАПТАЦИИ К ЧРЕЗМЕРНО ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВЫРАБОТАЛИСЬ У РАСТЕНИЙ?
 - 1) переход в состояние анабиоза
 - 2) ускоренный рост
 - 3) небольшие размеры растений, стелющиеся побеги
 - 4) усиленная транспирация
4. ГРУППА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА РАСТЕНИЯ, НАПРЯМУЮ ЗАВИСЯЩАЯ ОТ СВОЙСТВ ПОЧВЫ, НАЗЫВАЕТСЯ
 - 1) биотическими факторами
 - 2) орографическими факторами

- 3) эдафическими факторами
- 4) географическими факторами

5. ГРУППА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА РАСТЕНИЯ, НАПРЯМУЮ ЗАВИСЯЩАЯ ОТ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) биотическими факторами
- 2) орографическими факторами
- 3) эдафическими факторами
- 4) географическими факторами

6. ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ВЫРАБАТЫВАЕМЫЕ РАСТЕНИЯМИ, УГНЕТАЮЩЕ ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РЯД МИКРООРГАНИЗМОВ, НАЗЫВАЮТСЯ

- 1) феромоны
- 2) фунгициды
- 3) фитонциды
- 4) детергенты

7. МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ В ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКИХ КОЛИЧЕСТВАХ, — ЭТО

- 1) углерод, ниобий, серебро
- 2) водород, кислород, золото
- 3) стронций, кальций, селен
- 4) медь, марганец, железо

Выберите несколько правильных ответов.

8. КАКИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ХОЛОДНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ?

- 1) удлинённые прямостоячие побеги
- 2) небольшие размеры растений, стелющиеся и подушкообразные формы
- 3) вертикальное расположение листьев на побеге
- 4) густое опушение листьев

РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

На ранних этапах развития человеческого общества антропогенное воздействие на природу было незначительным и вызывалось в основном естественными природными процессами — извержением вулканов, лесными пожарами, выветриванием, эрозией почвы и т.д.

В процессе эволюции основными загрязнителями окружающей среды стали бытовые отходы общества. Постепенно с развитием некоторых отраслей промышленности, связанных с производством металлов, гончарных изделий, стекла, вина, мыла и др. в атмосферу локально стали выделяться оксиды углерода, серы и азота, тяжелые металлы. Кроме того, бытовые загрязнения, отходы пищевых и красильных производств попадали в водоемы. Дальнейшее развитие промышленного производства способствовало прогрессу металлургической, металлообрабатывающей промышленности, химических технологий при одновременном увеличении негативного воздействия на окружающую среду.

В настоящее время в международном праве возникло понятие «экспорт загрязнения», которое означает, что развитые страны ликвидируют у себя наиболее опасные с точки зрения загрязнения окружающей среды производства и переводят их в развивающиеся страны. В итоге в глобальном масштабе мир оказывается под воздействием разнообразных химических веществ, количество которых неуклонно увеличивается. В настоящее время по статистическим данным в различных странах образуются токсичные промышленные отходы в разных количествах (табл. 5).

Таблица 5

Количество производимых промышленных отходов на душу населения в год в индустриально развитых странах по состоянию на 2014 год

| Страна | млн т/год | кг год/чел. |
|----------------|-----------|-------------|
| ФРГ | 5–10 | 80–160 |
| Финляндия | 0,4 | 80–100 |
| Франция | 2–17 | 40–140 |
| Нидерланды | 1 2 | 70–100 |
| Великобритания | 4–7 | 70–120 |
| США | 57 | 250–300 |

В современных условиях общественное воспроизводство требует вовлечения в хозяйственный оборот больших объемов сырья и

энергии. В России, например, до 1990 года по ориентировочным расчетам на каждый рубль произведенного национального дохода расходовалась примерно 1 тонна природного вещества (воды, минерального сырья, топлива, биомассы, атмосферного кислорода). При этом масса готовой продукции составляла 1–1,5 % массы вещества, поступающего на переработку.

В связи с этим в дальнейшем необходимо внедрение технологических процессов (малоотходных и безотходных), дающих минимальные выбросы, при которых самоочищающаяся способность природы в достаточной степени будет препятствовать возникновению необратимых экологических изменений.

Промышленная экология (*industrial ecology*) — раздел экологии, наука об анализе воздействия различных отраслей промышленности, транспорта, коммунального хозяйства, сферы услуг на природу, а также способах оптимизации и защиты окружающей среды от этого воздействия.

Главной задачей промышленной экологии является решение проблемы разумного, рационального природопользования, позволяющего удовлетворять потребности людей в сочетании с охраной и воспроизводством окружающей природной среды. Таким образом, промышленная экология несет ответственность за разумное развитие науки и техники в экологически оптимальном смысле. Решение такой задачи возможно только с позиции системного подхода, реализующего комплексность решений во всех сферах материального производства.

Изменение характеристик биосферы в связи с производственной деятельностью. Влияние предприятий на атмосферу

Практически все действующие предприятия выбрасывают в атмосферу загрязняющие вещества. Не являются исключением предприятия фармацевтической промышленности.

Выбросы промышленных предприятий подразделяют на неорганизованные и организованные.

Неорганизованные выбросы — это выбросы газов, паров, пыли, которые образуются в результате негерметичности аппаратов, установок, трубопроводов, коммуникаций, оконных и дверных проемов, а особенно при открытых процессах загрузки, выгрузки продуктов, плохо организованном транспортировании и складировании пылящих и выделяющих газы материалов, химических веществ, отходов производства. Особенно опасны для воздушной среды и водоемов аварийные (залповые) выбросы жидких и газообразных веществ, образующихся при нарушении технологических процессов, при неполадках и по ряду других причин.

Организованные выбросы — это выбросы, которые отводят от мест их образования системой воздухопроводов, газоходов (дымовые

трубы, шахты, общеобменные вентиляционные системы, местные вытяжные системы от технологического оборудования).

Для защиты атмосферы от обоих типов выбросов используют различные типы пылеуловителей, фильтров, ловушек, труб и дефлекторов.

Так, для улавливания пыли органического происхождения используют различные системы сухих пылеуловителей (циклоны, пылесадительные камеры и др.) с КПД 85–98 %, выбор которых обусловлен характером и размером частиц. Используют также пористые фильтры, электрофильтры, тканевые фильтры, скрубберы Вентури для улавливания пыли мокрым способом, например, улавливание выбросов микроорганизмов и др. Для улавливания этилового спирта используют спиртоловушки, работающие по принципу абсорберов. Рассеивание выбросов в атмосфере проводят благодаря использованию высоких труб и дефлекторов.

Для защиты населения от вредного воздействия выбросов предприятий вокруг них организуют санитарно-защитные зоны, отделяющих предприятие от жилых массивов.

В соответствии с классификацией предприятий по типу выделяемых выбросов установлено пять санитарно-защитных зон: для предприятий 1 класса — 2000 м, 2 класса — 1000 м, 3 класса — 500 м, 4 класса — 300 м, 5 класса — 100 м.

Необходимо отметить, что предприятия фармацевтической и химико-фармацевтической промышленности могут относиться к разным классам по степени опасности, в зависимости от вида производственной деятельности.

Фармацевтическая промышленность — это важная составная часть системы здравоохранения во всем мире; она включает в себя многочисленные общественные и частные организации, которые проводят исследования, осуществляют разработку, производят и продают медикаменты для лечения людей и животных. Современные научные и технологические достижения ускоряют процесс открытий и разработки новейших лекарственных препаратов с улучшенным терапевтическим воздействием и сниженными побочными эффектами. Подобные достижения создают новые проблемы, связанные с охраной здоровья и повышением безопасности специалистов, занятых в фармацевтической промышленности.

Тема 1. Экология фармацевтических предприятий: общие требования к организации и контролю производства

Цель: сформировать у студентов знания об общих требованиях к организации и контролю на фармацевтических предприятиях, опасностях и мерах предосторожности на рабочих местах, экологических проблемах отдельных процессов фармацевтического производства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Какие группы опасных химических веществ используются в производстве лекарственных препаратов и какие риски для работников они несут?
2. Какие экологические проблемы имеют процессы ферментации и органического синтеза на фармацевтических производствах?
3. Какие экологические проблемы имеют процессы биологической и природной экстракции?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Согласно международной классификации ЕРА (Агентство охраны окружающей среды, США), предприятия химико-фармацевтической промышленности относятся к группе экологически опасных производств. Поэтому особую актуальность приобретает проблема изучения экологической безопасности фармацевтического производства, оценка условий труда и разработка оздоровительных мероприятий.

Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы (далее — СП) — нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности, обязательны для соблюдения всеми государственными органами предприятиями и иными хозяйствующими субъектами, организациями и учреждениями, независимо от их подчиненности и форм собственности, должностными лицами и гражданами. СП на фармацевтическом производстве предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Микроклимат — комплекс физических факторов, влияющих на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние, и определяющих самочувствие, работоспособность и производительность труда.

СП распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений. Ссылки на обязательность соблюдения требований СП должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата на фармацевтическом производстве.

Территория, помещения, где расположено производство медицинской или микробиологической промышленности, оборудование, коммуникации — должны пройти *экологическую экспертизу*. Помещения должны быть удобны и доступны для уборки и дезобработки. Помещения должны иметь надежную систему вентиляции, должны соблюдаться условия, гарантирующие защиту от выброса инфекционного материала в окружающую среду. При необходимости производственные помещения должны иметь аварийное электро-, тепло- и водоснабжение, обеспечивающее автономную работу подразделений в случае аварий.

На сегодня нормативными документами (GMP) определены классы чистоты производственных помещений в зависимости от вида выполняемой технологической операции. Их четыре, начиная с 1-го класса, при котором допускается присутствие механических частиц до 3500 в 1 м³ размером 0,5 мкм при отсутствии живых микробов, и кончая 4-м классом, допускающим концентрацию частиц до 350000 в 1 м³ размером 0,5 мкм и до 200 живых микроорганизмов в 1 м³. Производство стерильных и асептично изготавливаемых лекарственных средств должно осуществляться в так называемых «чистых» помещениях с контролируемыми условиями механического и микробного загрязнения, а также температуры, влажности, скорости движения воздушной среды.

Предприятие должно иметь складские помещения, которые по размерам, конструкции и размещению соответствуют номенклатуре препаратов и позволяют рационально размещать препараты, проводить уборку и технические операции. Необходимо иметь отдельные помещения для сырья, бракованного материала, готовой продукции, находящейся на карантине, и продукции, предназначенной для отправки потребителю. Особое внимание должно уделяться маркировке стеллажей, контейнеров и контролю температурного режима. Требования к работающим в чистых помещениях зависят от класса чистоты этих помещений. Персонал должен проходить диспансеризацию не реже одного раза в год. Сотрудники, подвергающиеся риску заражения, должны быть привиты соответствующими вакцинами и регулярно обследоваться на туберкулез.

Специальные производственные помещения, в которых размещено производственное оборудование, оборудование по регулировке воздуха и/или технологического оборудования, могут быть использованы в производстве высоко активных продуктов, таких, как пенициллины или цефалоспорины. Использование таких специальных производственных помещений необходимо и в том случае, когда производятся работы с материалами инфицирующего характера или с веществами, обладающими высокой фармакологической активностью или токсичностью (например, некоторые стероиды или

цитотоксические противораковые вещества), если не проведена документально подтвержденная дезактивация или необходимые процедуры по очистке помещения. Должны быть предусмотрены и осуществляться соответствующие меры по предотвращению кросс-контаминации от персонала и от материалов, перемещающихся из одной специальной зоны в другую.

Любые технологические операции (включая взвешивание, размалывание или упаковку) с высокотоксичными материалами не должны проводиться с использованием здания (помещения) и/или оборудования, применяемого для производства активных фармацевтических субстанций (АФС).

Здания, используемые в производстве промежуточных продуктов и АФС, должны своевременно ремонтироваться и сохраняться в чистом состоянии.

Необходимо наличие инструкций в письменном виде, в которых должны быть указаны ответственные за очистку, представлены графики проведения очистки, изложены методы, оборудование и материалы, используемые в очищаемых зданиях и средствах обслуживания.

В случае необходимости также в письменной форме должны быть указаны средства борьбы с грызунами, инсектициды, фунгициды, окуливающие вещества, чистящие и моющие средства, используемые для предотвращения загрязнения оборудования, сырья, упаковочных и маркировочных материалов, промежуточных продуктов и АФС. Санитарно-гигиеническое обследование фармацевтического предприятия осуществляется по специально разработанным программам, соответствующим требованиям экологической экспертизы.

Опасные химические вещества в производстве лекарственных препаратов

В фармацевтической промышленности открыто, разработано и применяется большое количество разных биологических и химических веществ. Некоторые производственные процессы в фармацевтической промышленности аналогичны предприятиям биохимической, синтетической, органической и др. типам химической промышленности. Однако фармацевтическая промышленность отличается большим разнообразием, меньшим масштабом и специфическими видами применения биологических и химических веществ.

Поскольку первичная цель производства состоит в создании препаратов, имеющих лечебный эффект, многие вещества, получаемые в ходе научных исследований, разработок и производства в сфере фармации опасны для здоровья работников. Поэтому необходимо применять соответствующие меры контроля для их защиты от химических веществ (реактивы, катализаторы, растворители), ле-

карственных средств во время научных исследований, а также операций, связанных с производством и контролем качества.

Промышленные химические вещества

Промышленные химические вещества (реактивы, катализаторы, растворители) используются при проведении исследований, разработке активных лекарственных средств и производстве однородных веществ и готовых фармацевтических продуктов. Многие из этих веществ могут быть опасными.

В фармацевтическом производстве сочетаются активные лекарственные вещества и инертные материалы для производства медицинских препаратов, имеющих специальную дозировку (таблетки, капсулы, жидкости, порошки, кремы, мази). К инертным материалам относят связующие, ароматизирующие, объемоувеличивающие вещества, консерванты, антиоксиданты, вещества для окраски, придания вкуса и разбавления, эмульгаторы и суспендирующие вещества, мазевые основания, фармацевтические растворители и наполнители. Все эти вещества смешиваются с активными лекарственными веществами и обеспечивают желательные, в том числе и фармакологические, свойства. Работники фармацевтических предприятий могут быть подвержены влиянию этих веществ путем случайного вдыхания пыли и паров, находящихся в воздухе или путем приема загрязненных продуктов и напитков. Однако следует отметить, что многие из вышеперечисленных веществ, используемых в производстве, не имеют или имеют ограниченное терапевтическое значение и сравнительно не опасны для работников во время разработки и производства лекарств.

Фармацевтическое производство и связанные с ним опасности и меры предосторожности на рабочих местах

Фармацевтическое производство подразделяется на базовое производство лекарственных веществ, не имеющих дозировки, и фармацевтическое производство веществ с определенной дозировкой.

В базовом производстве лекарственных препаратов, не имеющих дозировки, могут использоваться три основных вида процессов: *ферментация, органический синтез, биологическая и природная экстракция* (рис. 1). Антибиотики, стероиды и витамины производятся посредством ферментации, в то время как многие новые лекарственные вещества изготавливаются при помощи органического синтеза.

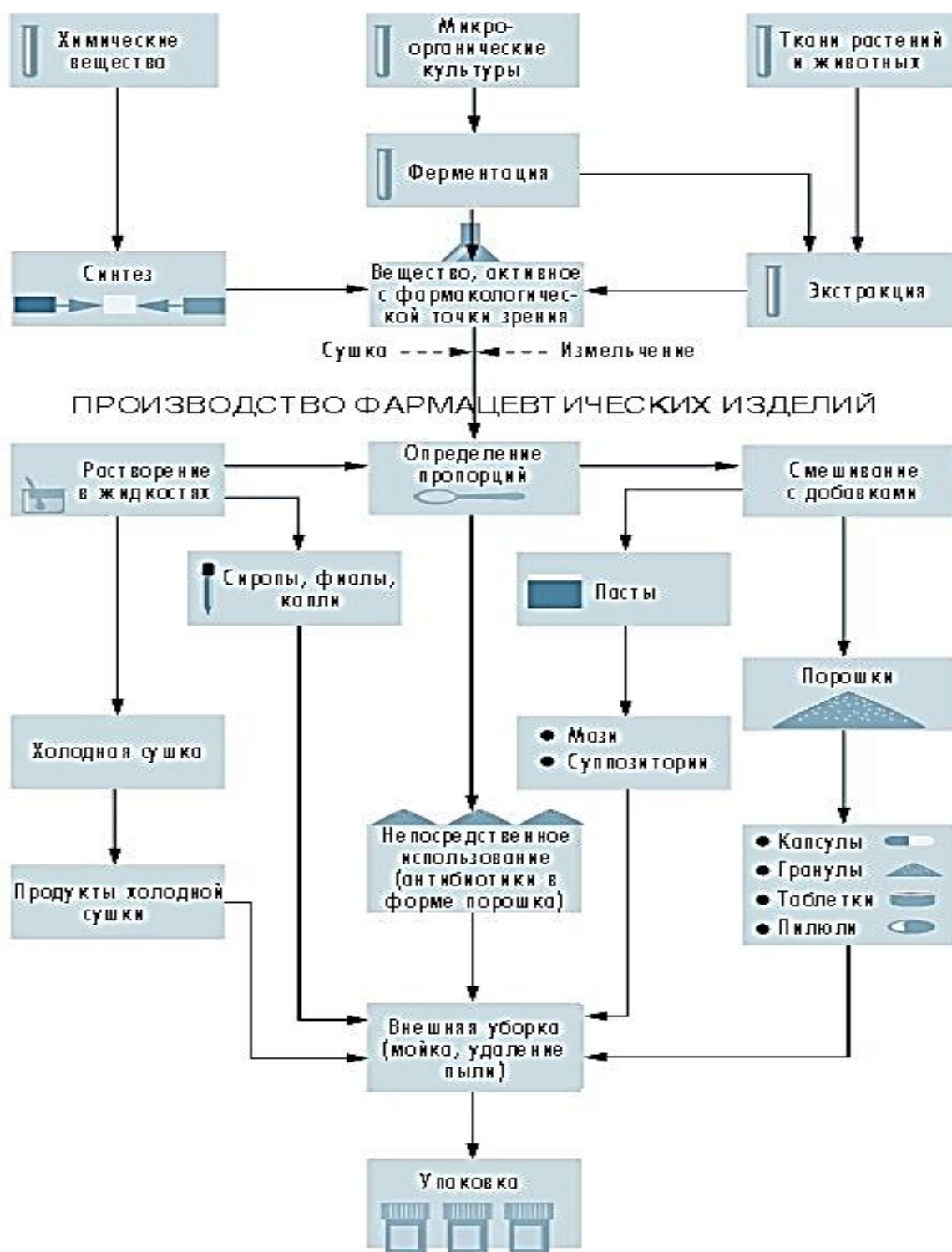


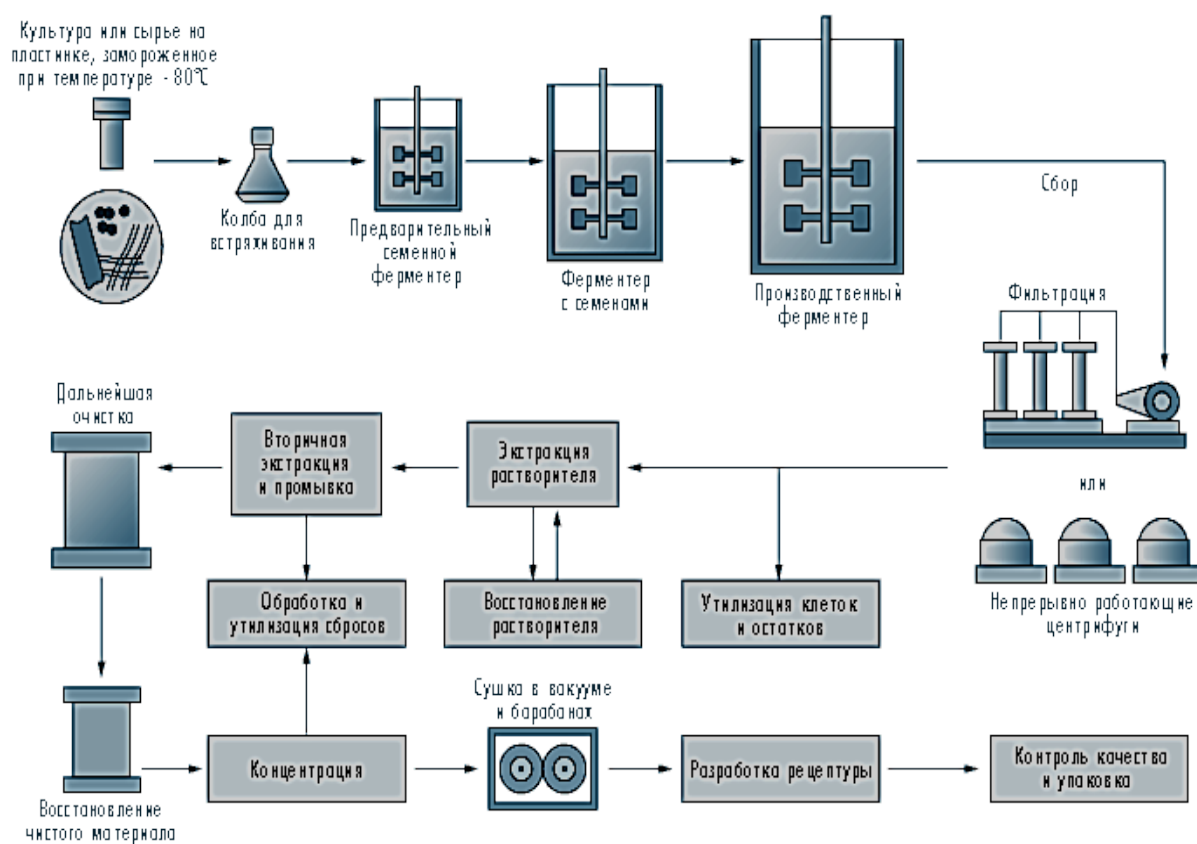
Рис.1. Схема производства лекарственных препаратов, не имеющих дозировки

Производственные процессы ферментации, органического синтеза, биологической и природной экстракции могут «настроены» на выпуск продукции отдельными сериями (партиями), непрерывный выпуск продукции или представлять комбинацию этих процессов.

Ферментация

Ферментация — это биохимический процесс, использующий определенные микроорганизмы и микробиологические технологии

для производства готового продукта. Серийные процессы ферментации включают три основных этапа: *подготовка прививочного материала и семян, ферментация, получение и изоляция продукта* (рис. 2).



Источник: Kroschwitz 1992

Рис.2. Схема серийного процесса ферментации

Здоровье и безопасность работников

Опасность для здоровья работников могут представлять движущиеся части машин и оборудования; высокое давление пара, горячая вода, нагретые поверхности и высокая температура окружающей среды на рабочих местах; химические вещества, раздражающие кожу и слизистые покровы; тяжелый ручной труд, связанный с материалами и оборудованием; высокие шумовые уровни. Воздействие на рабочих со стороны паров растворителей возникает при извлечении или изолировании продуктов. Растворители могут оказывать воздействие на рабочих в результате процесса фильтрации при использовании незакрытого оборудования и образовании летучих выбросов из насосов, клапанов и многочисленных станций во время этапов экстракции и очистки. Поскольку изоляция и рост микроорганизмов являются основополагающими факторами для ферментации, биологическая опасность сокращается путем исполь-

зования непатогенных микробов, использования закрытого оборудования и обработки питательной среды перед ее ликвидацией.

При ферментации проблемы, связанные с обеспечением производственной безопасности, играют меньшую роль по сравнению с операциями органического синтеза, поскольку ферментация основана, главным образом, на использовании нетоксичных растворителей, требует герметичности процесса во время экстракции; тем не менее, воспламеняемость растворителей снижается путем растворения водой во время этапов фильтрации и извлечения. Угрозу безопасности (т.е. тепловые ожоги) могут представлять большие объемы сжатого пара и горячей воды, связанные с процессами ферментации.

Химический синтез

Процессы химического синтеза используют органические и неорганические химические вещества при серийном производстве лекарственных препаратов с уникальными физическими и лекарственными свойствами. Обычно проводится серия химических реакций в многоцелевых реакторах. Продукты изолируются при помощи экстракции, кристаллизации и фильтрации. Готовые вещества обычно высушиваются, измельчаются и смешиваются (рис. 3).

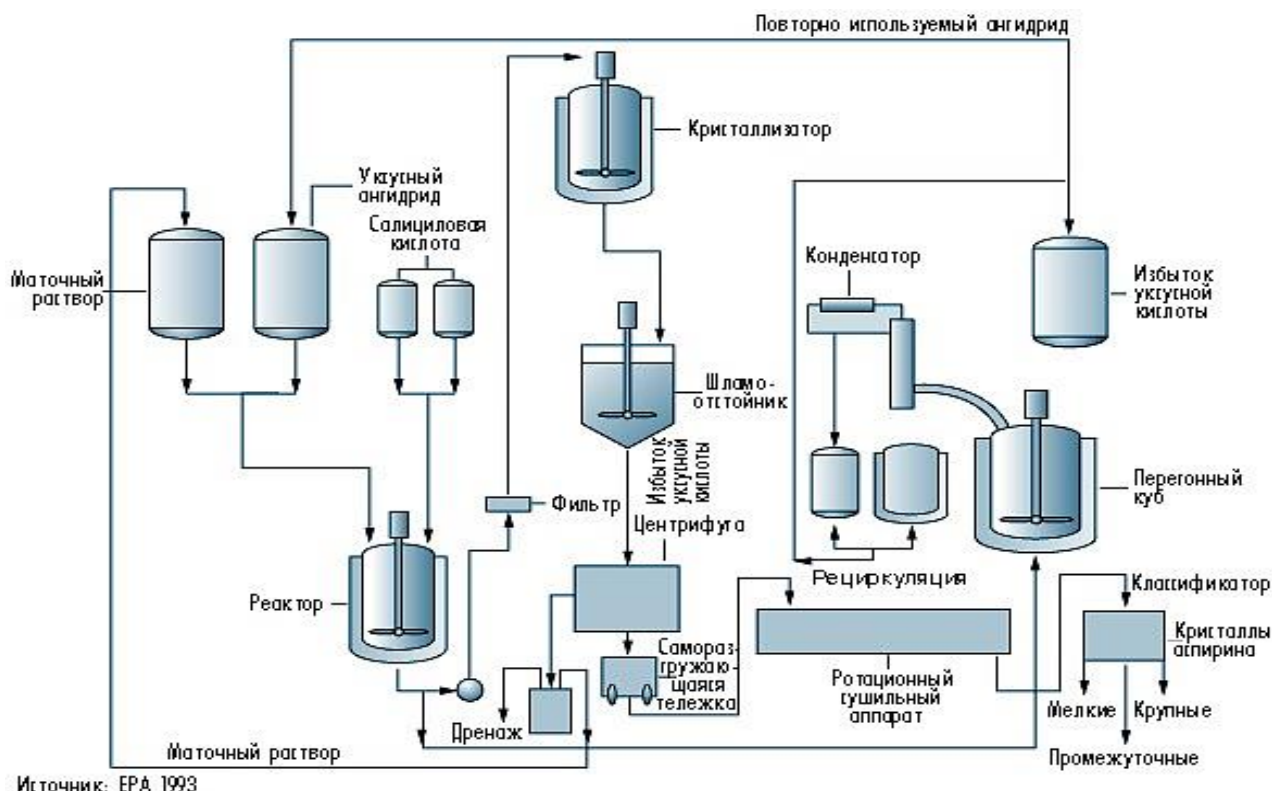


Рис.3. Схема серийного производства химического синтеза

Здоровье и безопасность работников

Производство, связанное с синтезом, создает много разных опасностей для здоровья и безопасности работников. Угрозу могут представлять движущиеся части машин, оборудования и труб, находящихся под давлением; тяжелая ручная работа с материалами и оборудованием; пар, горячие жидкости, нагретые поверхности и высокая температура воздуха на рабочих местах; небольшие помещения и опасные источники энергии (например, электричества); высокие шумовые уровни. Риск острых и хронических заболеваний может быть вызван воздействием на работников опасных химических веществ во время процесса синтеза. Химические вещества, которые вызывают острое недомогание, могут повреждать глаза и кожу, разъедать и вызывать раздражение тканей тела, вызывать возбуждение, аллергические реакции, быть газами, вызывающими удушье или дефицит кислорода. Химические вещества, которые могут вызвать хронические заболевания, могут быть причиной рака, повреждать в долгосрочном периоде печень, почки или легкие, негативно сказываться на состоянии нервной, эндокринной, половой или других систем организма. Угрозу здоровью и безопасности можно контролировать путем применения соответствующих мер контроля (например, при помощи модификации процесса, технических средств контроля, методов управления, личных средств защиты и средств защиты дыхательных путей). Реакции органического синтеза могут представлять собой значительную угрозу безопасности в результате использования высоко опасных материалов, пожара, взрыва или неконтролируемых химических реакций, которые оказывают воздействие на окружающую среду вокруг установки. Меры предосторожности при производстве, связанном с органическим синтезом, могут носить комплексный характер. Они реализуются несколькими путями: исследование динамики химических реакций, свойств материалов, представляющих повышенную опасность; исследование специфики использования, обслуживания оборудования и средств снабжения; обучение рабочего и инженерного персонала действиям в чрезвычайных ситуациях. Имеются технические руководства по анализу опасностей производства и методам управления для сокращения рисков производства химического синтеза.

Биологическая и природная экстракция

Для извлечения веществ, обладающих лекарственным эффектом, могут перерабатываться большие объемы растений и животного материала. Обычно процессы происходят сериями, длящимися в течение нескольких недель, пока не будет получено желательное количество готового продукта. Растворители используются для удаления нерастворимых жиров и масел, извлекая тем самым лекар-

ственное вещество. Уровень pH (кислотности) раствора для экстракции и отходов может регулироваться путем нейтрализации сильными кислотами или основаниями. Соединения металлов часто используются в качестве осаждающих реагентов, а соединения фенола — в качестве дезинфицирующих средств.

Здоровье и безопасность работников

Работники могут страдать аллергическими реакциями или раздражением кожи в результате работы с некоторыми растениями. Животный материал может быть загрязнен инфекционными организмами, если не были приняты соответствующие меры предосторожности. Рабочие могут быть подвержены воздействию растворителей и едких химикатов во время процедур по биологической и природной экстракции. Риск пожара или взрыва может возникнуть в результате хранения, обработки и восстановления воспламеняющихся жидкостей. Угрозу безопасности рабочих представляют движущиеся механические элементы; горячий пар, вода, поверхности на рабочих местах; высокие шумовые уровни. Угроза пожара и взрыва, а также воздействия на рабочих со стороны сольвентов или разъедающих или раздражающих химикатов может возникнуть во время процедур экстракции и восстановления в зависимости от специфических химических характеристик и герметичности производственного оборудования.

Фармацевтическое производство дозированных форм

Ингредиенты, используемые в производстве дозированных форм, подвергаются высушиванию, измельчению, смешиванию, сжиманию и гранулированию (рис. 4) для достижения ими желательных свойств, прежде чем они будут производиться как окончательная форма. Широко распространенными формами дозировки являются таблетки и капсулы; другой традиционной формой дозировки являются стерильные жидкости для инъекций или офтальмологического использования.

Здоровье и безопасность работников

Угроза здоровью и безопасности рабочих во время фармацевтического производства создается движущимися элементами машин (например, выступающими передаточными механизмами, ремнями и ручками) и опасными источниками энергии (например, источниками электрической, пневматической, тепловой и др. энергии); ручным трудом, связанным с материалами и оборудованием; паром под высоким давлением, горячей водой и нагретыми поверхностями; воспламеняющимися и едкими жидкостями; а также высокими шумовыми уровнями. Воздействие на рабочих со стороны переносимой по воздуху пыли представляет собой особую проблему, когда обра-

бываются смеси, содержащие большие количества активных лекарственных веществ. Операции по мокрой грануляции, соединению и покрытию оболочкой могут быть очень опасны для рабочих с точки зрения воздействия паров растворителей. Вопросы производственной безопасности касаются, в первую очередь, риска пожара или взрыва во время производства лекарственных форм определенной дозировки. Во многих этих операциях (например, гранулирование, смешивание, соединение и сушка) используются воспламеняющиеся жидкости, которые могут образовывать пожаро- и взрывоопасные газы.

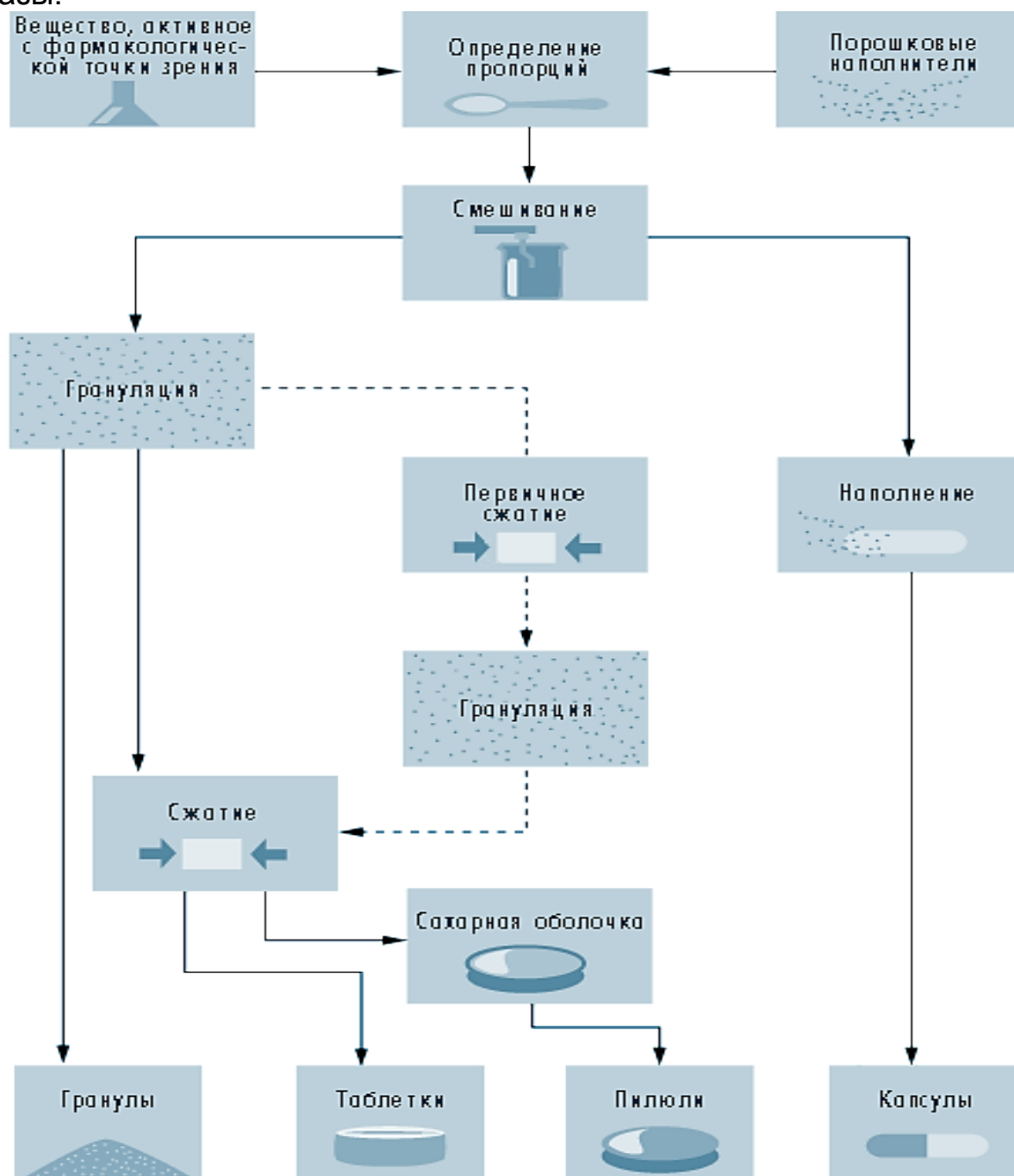


Рис.4. Схема серийного производства дозированных форм

Поскольку некоторые виды фармацевтической пыли обладают очень высокой взрывоопасностью, необходимо исследовать их физические свойства перед обработкой. Сушка с псевдоожиженным слоем, дробление и медленное сжатие могут быть опасны, если они связаны с использованием взрывоопасных материалов. Технические решения и меры техники безопасности сокращают риски, связанные с взрывоопасными и воспламеняющимися жидкостями (например, использование герметического электрического оборудования и приспособлений, не пропускающих пары и пыль, заземления оборудования, герметичных контейнеров со сбросом давления и инертных газов).

Предотвращение пожара и взрыва, противопожарная защита; закрытое выполнение процессов с опасными веществами, средствами, представляющими механическую опасность, высоким уровнем шума; растворение и местная вытяжная вентиляция; использование респираторов (например, масок от пыли и органических паров и в некоторых случаях активных воздухоочистительных респираторов) и средств индивидуальной защиты; подготовка сотрудников по вопросам техники безопасности на рабочем месте и оперативным решениям по технике безопасности являются мерами контроля, применяемыми на всех стадиях фармацевтического производства, описанных выше. Отдельные этапы допускают замену более опасных материалов на менее опасные, где это возможно во время разработки и производства лекарственных средств. Также минимизация количества передач материала, работ, связанных с негерметичными или открытыми процессами обработки или отбором проб, сокращают вероятность того, что работники подвергаются негативному воздействию.

Меры контроля

Техническая конструкция и характеристики средств производства, производственного оборудования и средств снабжения могут предотвратить загрязнение окружающей среды и снизить воздействие на работников со стороны опасных веществ. Современные средства производства и оборудование фармацевтической промышленности сокращают экологические риски, а также риски связанные с ухудшением здоровья или угрозой безопасности, а также содействуют более совершенному ограждению от опасностей. Предотвращение воздействия на рабочих со стороны опасных веществ и фармацевтических изделий по важности можно приравнять к необходимости защиты работников от случайно загрязненного сырья и готовой продукции. Меры по технике безопасности, а также соблюдение порядка работы рассматриваются как дополнительные меры предосторожности.

Конструкция оборудования и технико-производственные вопросы

Техническая конструкция и характеристики фармацевтических приспособлений и производственного оборудования влияют на состояние здоровья и безопасность работников. Строительные материалы, производственное оборудование и методы ухода за оборудованием являются залогом чистоты рабочего места. Системы уменьшения концентрации загрязняющих веществ и местной вытяжной вентиляции контролируют летучие испарения и выбросы пыли во время производственных операций. Если используются воспламеняющиеся жидкости или пары, то необходимо использовать меры по предотвращению и защите от пожара и взрывов (например, оборудование и приспособления, не пропускающие пары и пыль, средства пожаротушения, детекторы огня и дыма и аварийная сигнализация). Для перемещения жидкостей между производственным оборудованием устанавливают системы хранения и обработки (например, сосуды для хранения, переносные контейнеры, насосы и трубы). Работа с опасными твердыми веществами и их обработка могут осуществляться в закрытом оборудовании и сосудах, отдельных больших контейнерах и герметичных барабанах и мешках. Изоляция или герметичное закрытие производственных средств оборудования и опасных материалов повышают безопасность рабочих. Угроза со стороны механических средств контролируется путем установки барьерных ограждений на движущихся частях машин.

Контроль над производственными средствами и оборудованием может осуществляться ручными и автоматическими средствами. На ручных линиях операторы-химики снимают показания приборов и контрольного производственного оборудования и приспособлений возле производственного оборудования. На автоматизированных линиях контроль над производственным оборудованием, приспособлениями и контрольными устройствами осуществляется распределенными системами, позволяющими осуществлять дистанционный контроль из комнаты управления. Многие операции часто используются при загрузке или передаче материалов, выпуске и упаковке продуктов или при проведении обслуживания, или при возникновении нестандартных условий. Должны быть подготовлены письменные инструкции, описывающие стандартные рабочие мероприятия, а также меры по технике безопасности для работников и контроля.

Проверка средств управления на рабочих местах

Средства управления на рабочих местах проходят периодическую оценку для защиты работников и минимизации загрязнения окружающей среды. Многие производственные процессы и элементы оборудования в фармацевтической промышленности проходят

специальное утверждение для обеспечения качества продуктов. Аналогичные процедуры утверждения могут выполняться для средств управления на рабочих местах, чтобы обеспечить их эффективность и надежность. Периодически пересматриваются производственные инструкции и методы работы, обусловленные техникой безопасности. Профилактические мероприятия позволяют определить, когда может произойти неполадка производственного или технологического оборудования, тем самым, предотвращая возможные проблемы. Обучение и контроль позволяют информировать работников по вопросам экологических рисков, угрозы здоровью и безопасности. Программы проверки контролируют, поддерживаются ли рабочие условия, выполняется ли порядок работы, соответствующий требованиям техники безопасности. Сюда относятся проверка респираторов, чтобы убедиться, что они должным образом подобраны, надеты и эксплуатируются. Аудиторские программы производят пересмотр систем управления для выявления, оценки и контроля над экологическими рисками, а также рисками нанесения ущерба здоровью и безопасности работников.

Угрозы здоровью и безопасности общего характера

Эргономика и работа с материалами

Объемы материалов, которые отгружаются, хранятся, транспортируются, обрабатываются и упаковываются в фармацевтической промышленности колеблются от больших объемов сырья до небольших упаковок, содержащих фармацевтические изделия. Сырье для недозированного химического производства отгружается в контейнерах для насыпных грузов (например, грузовые фуры, железнодорожные вагоны), металлических и волокнистых барабанах, укрепленных бумажных и пластиковых пакетах. Фармацевтическое производство использует небольшие количества сырья из-за снижающегося объема операций. Устройства для работы с материалами (например, автопогрузчики, грузовые лифты, вакуумные погрузчики, домкраты барабанов) помогают выполнять работу с материалами во время операций складирования и производства. Тяжелая ручная работа может представлять собой эргономический риск при перемещении материалов и оборудования, если в наличии нет механических средств. Хорошие промышленные технические и управленческие методы могут снизить количество несчастных случаев, возникающих в результате работы с материалами путем усовершенствования дизайна и характеристик оборудования, рабочих мест и уменьшения размеров и веса контейнеров. Технические средства управления (например, инструменты, материалы и оборудование эргономичного дизайна) и методы управления (например, ротация рабочих, обучение рабочих) сокращают риск совокупного количе-

ства несчастных случаев во время повторяющихся производственных и упаковочных операций.

Ограждение машин и контроль опасных источников энергии

Неогороженные движущиеся детали машин фармацевтического производственного и упаковочного оборудования создают механическую опасность. Выступающие «острые и режущие элементы» на открытом оборудовании могут нанести серьезные травмы работникам. Механическая опасность осложняется большим количеством оборудования, имеющего разные конструкции, скопления работников на рабочих местах, а также тесное взаимодействие работников и оборудования. Блокирующие ограждения, переключатели, устройства аварийной остановки и обучение операторов являются важными средствами снижения механической опасности. Неубранные длинные волосы, одежда с длинными рукавами, ювелирные украшения и другие предметы могут попасть в оборудование. Регулярная инспекция и ремонтные работы выявляют и контролируют механическую опасность во время производственных и упаковочных операций. Опасные источники электрической, пневматической и тепловой энергии должны выключаться или проверяться перед началом работы на включенном оборудовании и приспособлениях. Работники защищаются от источников опасной энергии путем проведения операций блокировки.

Шумовое воздействие

Производственное оборудование и приспособления (например, сжатый воздух, вакуумные источники и вентиляционные системы) могут быть причиной высоких шумовых уровней. Поскольку конструкции модулей рабочих мест на фармацевтическом производстве закрыты, рабочие часто находятся вблизи машин во время операций производства и упаковки. Работники контролируют и взаимодействуют с производственным и упаковочным оборудованием, тем самым увеличивается их подверженность шуму. Технические методы позволяют сократить уровни звука путем изменения, закрытия или заглушения источников шума. Ротация сотрудников и использование устройств, защищающих органы слуха (то есть ушных колечек и пробок) сокращают подверженность работников воздействию высоких уровней шума. Всесторонние программы, направленные на защиту органов слуха, идентифицируют источники шума, сокращают уровень звука на рабочих местах и включают обучение работников, связанное с шумовым воздействием и правильным использованием устройств по защите органов слуха. Мониторинг шума и медицинский контроль (т. е. аудиометрия) оценивают подверженность работников воздействию шума и потерю ими в результате

этого остроты слуха. Это помогает выявлять проблемы, вызванные шумом, и оценивать адекватность корректирующих мер.

Воздействие со стороны паров растворителей, мелкодисперсной пыли сильнодействующих веществ

Проблемы особого рода могут возникнуть в случаях, когда работники подвержены воздействию токсичных паров растворителей и пыли сильнодействующих веществ, переносимой по воздуху. Воздействие паров сольвентов и «лекарственной» пыли может происходить во время разных производственных операций. Технические средства контроля, благодаря присущей им эффективности и надежности, являются наиболее предпочтительными при контроле подобных видов воздействия. Закрытое производственное оборудование и системы работы с материалами предотвращают воздействие на работников, в то время как локальные вытяжные вентиляционные системы и средства личной защиты дополняют их. Для контроля высокотоксичных сольвентов (например, бензола, хлорированных гидрокарбонатов, кетонов) и сильных соединений необходимо предусматривать дополнительное ограждение производственных процессов и оборудования. Респираторы с избыточным давлением (например, респираторы активного типа, которые очищают и подают воздух) и другие средства индивидуальной защиты должны использоваться при работе с высокотоксичными растворителями и сильными соединениями. Особую угрозу представляют собой операции / процедуры, в ходе которых образуется значительное количество паров растворителей (например, смешивание, грануляция или покрытие таблеток) и пыли (например, сушка, дробление и смешивание). Раздевалки и душевые кабины, методы обеззараживания и санитарной обработки (например, мытье и принятие душа) необходимы для предотвращения и минимизации последствий воздействия вредных веществ на работников на рабочих местах.

Управление производственной безопасностью

Управление производственной безопасностью включает проведение тестирования опасности от воздействия физических факторов, которую несут в себе материалы и реакции, проведение исследований по анализу опасных ситуаций для пересмотра химического процесса и технических методов, проверку профилактического обслуживания и механической целостности производственного оборудования и приспособлений, проведение обучения работников и разработку рабочих инструкций, планов реагирования при чрезвычайных ситуациях. Специальные технические характеристики производственной безопасности включают подбор соответствующих емкостей, соответствующих определенным уровням давления, установку систем изоляции и подавления шума, обеспечение си-

стем сброса давления в ловушках. При производстве не дозированных лекарственных форм, методы управления производственной безопасностью аналогичны в фармацевтических и химических отраслях промышленности.

Экологические вопросы фармацевтического производства

Каждый из процессов фармацевтического производства имеет свои экологические проблемы.

Ферментация

При ферментации образуются большие объемы твердых отходов, которые содержат мицелий и осадки на фильтре. Осадок, образующийся на фильтрах, содержит мицелий, отфильтрованные вещества и небольшие количества питательных веществ, промежуточных и остаточных продуктов. Эти твердые отходы обычно не опасны, хотя они могут содержать сольвенты и небольшие количества осевших химикатов в зависимости от специфической химии ферментационного процесса. Экологические проблемы могут развиваться, если ферментационные серии инфицируются вирусными бактериофагами, которые атакуют микроорганизмы в ферментационном процессе. Хотя инфекции бактериофагов представляют собой редкость, они создают значительные экологические проблемы, генерируя большие количества выработанной питательной среды.

Выработанная ферментационная питательная среда содержит разные виды сахара, жиры, протеины, азот, фосфаты и другие питательные вещества с высоким уровнем биологического (БПК) и химического потребления кислорода (ХПК), а также с разным содержанием взвешенных твердых частиц, уровень рН которых колеблется в диапазоне от 4 до 8.

Ферментационная питательная среда может быть обработана на системах микробиологической очистки сточных вод, после этого очищенные сточные воды стабилизируются для обеспечения стабильной работы системы обработки. Пар и небольшие количества промышленных химических веществ (например, фенолов, детергентов и средств дезинфекции) обеспечивают стерильность оборудования и продуктов после ферментации. Большие объемы влажного воздуха, содержащие диоксид углерода и обладающие запахом, высасываются из ферментеров. Перед выбросом в атмосферу они могут проходить очистку.

Органический синтез

Отходы органического синтеза носят комплексный характер из-за многообразия опасных материалов, реакций и операций отдельных установок. В ходе процессов органического синтеза могут генерироваться кислоты, основания, растворы на основе воды и соль-

вентов, цианиды и отходы металлов в форме жидкостей и суспензий. Твердые отходы могут включать вещества, осевшие на фильтрах, которые содержат неорганические соли, органические побочные продукты и комплексные вещества, содержащие металлы. При проведении органического синтеза отработанные растворители обычно восстанавливаются методами дистилляции и экстракции. Это позволяет повторно использовать органические вещества в других процессах и сокращает объемы жидких опасных отходов, которые должны быть утилизированы. Осадок от дистилляции (*кубовые остатки*) перед утилизацией должен проходить обработку. Обычные системы очистки включают десорбцию паром для удаления сольвентов, за которой следует микробиологическая обработка других органических веществ. Выбросы летучих органических и опасных веществ во время операций органического синтеза должны отслеживаться устройствами, контролирующими загрязнение атмосферы (например, конденсаторами, газопромывателями, импинжерами с применением трубки Вентури).

Агентство по охране окружающей среды (EPA) в 1995 году выпустило руководящие указания (EPA-821-R-95-019), касающиеся вопросов ограничения содержания различных веществ в сточных водах фармацевтических производств. В частности, сточные воды, образующиеся на предприятиях в ходе операций синтеза, могут содержать водные растворы, промывочные воды, выпуски насосов, газопромывателей и охлаждающих систем, линейные протечки и разливы. Сточные воды могут содержать многие органические и неорганические вещества с разными химическими составами, уровнем токсичности и способностью к биологическому разрушению. Ничтожно малые количества сырья, сольвентов и побочных продуктов могут присутствовать в маточных растворах на водной основе, образовавшихся в результате кристаллизации и промывочных потоков после экстракции и очистки оборудования. Эти сточные воды содержат большое количество веществ, обладающих высоким уровнем ХПК (химического потребления кислорода), БПК (биологического потребления кислорода) и твердых взвешенных веществ с разными уровнями значений pH, находящихся в диапазоне от 1 до 11.

Биологическая и природная экстракция

Выработанное сырье и растворители, сточные воды и пролитые жидкости являются, в первую очередь, источниками твердых и жидких отходов. В этих различных выработанных потоках в виде осадка могут содержаться органические и неорганические химические соединения. Обычно сточные воды имеют низкие ХПК и БПК, а также незначительное количество твердых взвешенных частиц со сравнительно нейтральными уровнями pH между 6 и 8.

Фармацевтическое производство препаратов со специальной дозировкой

При фармацевтическом производстве препаратов со специальной дозировкой во время очистки и стерилизации из разлитых или протекших жидкостей и отбракованных изделий образуются твердые и жидкие отходы. Во время процедур сушки, дробления и смешивания происходят выбросы газов и летучей пыли. Эти выбросы могут контролироваться и снова направляться на производство препаратов со специальной дозировкой, однако практика контроля качества может это запрещать, если в них присутствуют другие остаточные вещества. В тех случаях, когда при мокрой грануляции, процедурах соединения и покрытия таблеток используются растворители, в воздух рабочих мест могут выбрасываться летучие органические соединения и опасные, загрязняющие атмосферу вещества, которые представляют собой производственные или летучие выбросы. Сточные воды могут содержать неорганические соли, сахар, сироп и ничтожно малые количества лекарственных веществ. Эти сточные воды обычно имеют низкие БПК и ХПК, а также незначительное количество взвешенных твердых частиц. Некоторые средства против паразитов или противомикробные средства для людей и животных могут быть токсичными для организмов, живущих в воде, в связи с чем жидкие отходы производства, которые их содержат, требуют специальной обработки.

Предотвращение загрязнения окружающей среды *Минимизация отходов и предотвращение загрязнения*

Эффективные технические и управленческие методы минимизируют воздействие на окружающую среду в результате крупномасштабного химического и фармацевтического производства. Для предотвращения загрязнения используются модифицированные процессы или оборудование, многократно используемые или восстанавливаемые материалы, а также соответствующие методы обслуживания. Эти виды деятельности делают управление экологическими вопросами, а также вопросами охраны труда и безопасности, более эффективным.

Модификации процессов

Процессы могут быть модифицированы для изменения формулы продуктов путем использования материалов, которые являются менее опасными или стойкими, или путем изменения производственных операций для сокращения выбросов, жидких сбросов или твердых отходов. Сокращение объема токсичных отходов разумно, поскольку это увеличивает эффективность производственных процессов и сокращает затраты и воздействие при утилизации отходов.

Положения о порядке одобрения лекарственных веществ государственными органами может ограничивать возможность фармацевтов-производителей заменять опасные материалы, изменять производственные процессы, оборудование и средства производства. Производители лекарственных средств должны предвидеть вредное воздействие веществ, используемых в производстве, а также вред процессов производства на окружающую среду, здоровье человека еще на этапе проектирования строительства завода и/или планировании производства препарата. На более поздних этапах разработки препаратов и законодательного одобрения намного сложнее вносить изменения в технологические процессы производства, без значительных затрат времени и средств.

Желательно разрабатывать производственные процессы, которые используют меньшее количество опасных сольвентов (растворителей). Этилацетат, спирты и ацетон более предпочтительны по сравнению с высокотоксичными бензолом, хлороформом и трихлорэтиленом. В тех случаях, когда это возможно, использования некоторых материалов нужно избегать из-за их физических свойств, экологической токсичности или стойкости в окружающей среде (например, тяжелые металлы, метилхлорид).

Замещение сольвентов водными растворами во время фильтрации при крупномасштабном химическом производстве сокращает объем жидких отходов и выбросов паров. Помимо этого, замещение водными растворами растворов на основе сольвентов во время операций по покрытию таблеток позволяет снизить риск негативного влияния на окружающую среду, здоровье и безопасность человека. Предотвращение загрязнения может достигаться за счет усовершенствования и автоматизации производственного оборудования, а также за счет выполнения регулярной калибровки, обслуживания и профилактических осмотров. Оптимизация реакций органического синтеза увеличивает выход продуктов, часто снижая объем генерации отходов. Неадекватные системы контроля температуры, давления и материалов приводят к неэффективным химическим реакциям, создавая дополнительные газообразные, жидкие и твердые отходы.

Ниже приводятся примеры модификации процессов при крупномасштабном фармацевтическом производстве:

- минимизировать количество используемых опасных материалов и выбирать материалы, отходы которых могут контролироваться, восстанавливаться и использоваться повторно, если это возможно;

- разработать и установить системы для рециркуляции сырья (например, сольвентов), промежуточных продуктов, отходов и рас-

ходных материалов (например, охлаждающей воды, жидкостей для теплопереноса, смазок, конденсата пара);

- провести исследования реагентов, сольвентов и катализаторов для оптимизации эффективности химических реакций;

- модифицировать конструкцию и характеристики производственного оборудования, чтобы минимизировать загрязнение и отходы;

- усовершенствовать процессы для максимизации выхода продукта и желательных веществ и для исключения дополнительной обработки (например, повторной кристаллизации, сушки и дробления);

- рассмотреть возможность использования многоцелевого оборудования (например, реакторов, фильтров и сушильных аппаратов) для сокращения загрязнения и отходов во время переноса, очистки и проведения дополнительных этапов переработки;

- использовать соответствующие инструменты, автоматизированные системы управления и компьютерные программы, чтобы максимизировать эффективность процессов и снизить загрязнение и отходы.

Восстановление ресурсов и рециркуляция

Во время восстановления ресурсов используются отходы, из которых восстанавливаются материалы путем отделения их от выработанных примесей. Твердые отходы после ферментации (например, мицелия) могут быть добавлены в питание животных в качестве пищевой добавки или могут использоваться в качестве удобрений для почвы. Неорганические соли могут восстанавливаться из химических растворов, образуемых во время операций органического синтеза. Выработанные сольвенты часто используются повторно благодаря сепарации и дистилляции. Устройства, контролирующие выбросы в атмосферу (например, конденсаторы, компрессорное и охлаждающее оборудование), в значительной степени уменьшают выбросы летучих органических соединений. Эти приборы улавливают пары сольвентов путем конденсации, делая возможным повторное использование сольвентов в качестве сырья или для очистки сосудов или оборудования. Газопромыватели нейтрализуют или поглощают кислые, едкие и растворимые газы и пары, сбрасывая свои выпуски в системы очистки отходов. Указанные вопросы регулируются документом Агентства по охране окружающей среды — EPA453/R-93-017B от 1993 г., в котором обозначены вопросы контроля выбросов летучих органических соединений от периодических процессов.

Повторно используемые сольвенты могут использоваться в качестве среды для проведения реакций и экстракций, а также для очистки. Разные виды растворителей не должны смешиваться, по-

сколькo это снижает возможность их повторного использования. Некоторые растворители должны разделяться во время обработки (например, хлорированные и нехлорированные, алифатические и ароматические, воды и воспламеняемые растворители). Перед восстановлением растворителей из них извлекаются или от них отделяются растворенные и взвешенные твердые частицы. Лабораторные анализы позволяют определить состав и свойства выработанных растворителей и повторно используемого сырья. Для твердых, жидких и газообразных отходов разработаны многие новые технологии, направленные на предотвращение появления отходов и их контроль.

Методы обслуживания и эксплуатации общего характера

В книге L.Theodore и Y.C. McGuinn «Предотвращение загрязнения», изданной в 1992 году, детально описаны рабочие процедуры, приведены инструкции по работе с материалами и методы управления отходами, которые сокращают их образование и повышают эффективность обработки. Эффективные методы обслуживания и эксплуатации позволяют выявить отдельные виды ответственности за образование, обработку и очистку отходов. Обучение и контроль персонала повышает его способность усовершенствовать и осуществлять эффективное производство и мероприятия по управлению отходами. Работники должны быть осведомлены об опасностях, связанных с методами управления отходами, а также о соответствующих средствах реагирования на аварийные разливы, протечки и летучие выбросы. Обучение работников должно затрагивать вопросы работы с материалами, очистки или нейтрализации отходов, правила ношения респираторов и личных средств защиты. Приборы для выявления разливов и протекания предотвращают загрязнение путем регулярного мониторинга производственного оборудования и приспособлений, обнаружения и контроля летучих выбросов и протечек. Эти мероприятия могут быть успешно совмещены с профилактическими осмотрами и мерами для очистки, калибровки, замены и ремонта оборудования, которое вызывает загрязнение.

Письменные инструкции, описывающие обычные рабочие процедуры, а также процедуры по включению, отключению, реагированию в случае чрезвычайных ситуаций, предотвращают загрязнение и сокращают риск для здоровья и безопасности работников. Тщательное управление запасами материалов позволяет снизить объем избыточных закупок сырья и образование отходов. Компьютерные системы могут способствовать эффективному управлению работой установок, методами обслуживания и запасами материалов. Автоматическое взвешивание, мониторинговые и сигнализационные системы могут устанавливаться для усовершенствования управления

материалами и оборудованием (например, резервуары для хранения, производственное оборудование и системы обработки отходов). Современные инструментальные системы управления часто повышают производительность, сокращая загрязнение и опасность негативного воздействия на здоровье и безопасность человека. Всесторонние программы по предотвращению загрязнения исследуют все виды отходов, образующихся на производстве, и возможности для их утилизации, сокращения и обработки. Экологический аудит выявляет сильные и слабые стороны мероприятий по предотвращению загрязнения и программ по управлению отходами, стараясь найти пути оптимизации их выполнения.

Тема 2. Система экологического менеджмента

Цель: сформировать у студентов знания о системе экологического менеджмента, понятии «экологический аудит» и его формах.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Какие возможности предоставляет предприятию система экологического менеджмента?
2. Какие бывают формы экологического аудита.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Экологический менеджмент — часть общей системы корпоративного управления предприятием, включающая в себя четкую организационную структуру, планирование, распределение ответственности, практические методы, процедуру, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и развития природоохранной деятельности предприятия. Действующая система экологического менеджмента позволяет предприятию достигнуть, систематически контролировать и минимизировать уровень воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. При этом, как правило, наблюдается снижение экологических издержек и платежей за загрязнение окружающей среды, экономия сырья, энергии и других материальных ресурсов, а также достигаются важные нематериальные выгоды для предприятия. Таким образом, системы экологического менеджмента ориентированы на удовлетворение потребностей всего общества и даже будущих поколений.

Базовым международным стандартом в области экологического менеджмента является стандарт ISO14001:2004 «Environmental management system. Specification with guidance for use». В России этот стандарт известен как ГОСТ Р ИСО 14001 - 98. Он является единственным официальным международным документом, содер-

жащим требования, выполнение которых может быть проверено при помощи аудита внешней организацией для сертификации. Соответствие стандартам ISO 14001:2004 и ГОСТ Р ИСО 14001 - 98 позволяет создать систему управления охраной окружающей среды, пригодную для независимой оценки соответствия определенным критериям, подтвержденной сертификатом, который удостоверяет наличие надлежащей системы управления защиты окружающей среды на предприятии.

Моделью серии стандартов ISO 14000 послужили британские стандарты BS 7750, опубликованные в 1992 году, а также международные требования по системам контроля качества продукции (ISO 9000), в соответствии с которыми (к 2007 году) сертифицировано более 100 000 предприятий и компаний по всему миру. В России первое предприятие, создавшее систему экологического менеджмента, появилось в 1998 году, на окончание 2004 года таких предприятий было 127. В июле 2009 года системы экологического менеджмента функционировали в 300 российских организациях.

Ключевым понятием в стандартах серии ISO 14000 является понятие системы экологического менеджмента в организации (предприятии или компании), поэтому центральным документом стандарта считается ISO 14001 — «Спецификации и руководство по использованию систем экологического менеджмента». Все его требования являются «аудируемыми», т.е. предполагается, что соответствие или несоответствие им при оценке деятельности конкретной организации может быть установлено с высокой степенью определенности. Именно соответствие стандарту ISO 14001 и является предметом формальной сертификации.

Целью стандарта ГОСТ Р ИСО 14001 является поддержка мер в области охраны окружающей среды при сохранении баланса с социально-экономическими потребностями. Кроме того, в стандарте содержится прямое требование обязательного выполнения норм национального природоохранительного законодательства той страны, в которой находится предприятие. Положения, содержащиеся в ГОСТ Р ИСО 14001, могут быть применимы во всех организациях, независимо от их отраслевой специфики, размера, географических, социальных и культурных условий, а также форм собственности. Стандарт не устанавливает жестких требований к экологической эффективности, кроме обязательств соответствовать существующим законодательным актам и регламентам и необходимости постоянного улучшения системы. Требования к системе менеджмента охраны окружающей среды даны в разделе 4 ГОСТ Р ИСО 14001. Все остальные документы рассматриваются как вспомогательные.

Следует подчеркнуть, что экологический менеджмент не отменяет и не заменяет существующее государственное и производ-

ственное административное экологическое управление, а дополняет его, являясь самостоятельной инициативной деятельностью предприятия. В целом экологический менеджмент принято рассматривать не только как рыночный инструмент, способствующий развитию производства и получению дополнительной прибыли, но и как наиболее характерное и значимое проявление современной промышленной экологической культуры, культуры предпринимательства и рынка.

Внедрение СЭМ на предприятии предполагает достижение конкретных экологических и социально-экономических выгод. В тоже время анализ опыта предприятий, успешно внедривших СЭМ, говорит о том, что рассматриваемая система может иметь ряд серьезных структурных, рыночных, природоохранных, ресурсных и рискованных преимуществ. Так, например, крупные международные банки, а теперь уже и российские, при выделении кредита требуют представления результатов экологического аудита. Внедрение систем экологического менеджмента во многих развитых странах в последние годы происходит лавинообразно. Абсолютным лидером по числу выданных сертификатов соответствия стандарту ISO 14001 является Япония, затем Китай — страны с интенсивно развивающейся экономикой.

Если предприятия и организации в новых экономических условиях хотят быть конкурентоспособными, то они должны не только более активно внедрять у себя системы менеджмента качества, но и заняться экологическим менеджментом. Работающая система управления окружающей средой как составная часть единой административной системы управления предприятием открывает путь к стабильному экономическому развитию.

Экологический аудит

Согласно ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 года №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», *экологический аудит* — независимая комплексная документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовки рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Объектами экологического аудита могут быть: деятельность предприятия и его отчетность; экологическая программа организации; техническая и технологическая документация; отчетность о природоохранной деятельности; проектная документация на строительство, реконструкцию, расширение, консервацию и ликвидацию производственного объекта; технологические процессы; экологические риски и многое другое.

Формы экологического аудита

1. *Инициативный экологический аудит* — проводится по инициативе самих предприятий. Экологический аудит, будучи частью внутренних процессов управления предприятием, носит добровольный характер (инициативный аудит).

2. *Обязательный экологический аудит* — проводится по сторонней инициативе: по решению суда, арбитража, органов государственного экологического контроля и экспертизы, правоохранительных и природоохранных органов в случаях:

- предписания государственными органами при проведении государственного экологического контроля;
- реализации международных обязательств и соглашений в области охраны окружающей среды;
- приватизации государственных и муниципальных предприятий с целью учета экологических факторов;
- лицензирования деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I – IV класса опасности;
- обязательного экологического страхования;
- банкротства хозяйствующего субъекта;
- подготовки инвестиционных проектов и т.д.

Различают также внешний и внутренний экологический аудит: *внешний экологический аудит* проводится с целью получения объективной оценки соответствия деятельности хозяйствующего субъекта требованиям природоохранных законодательных актов, а также получения рекомендаций, направленных на совершенствование природоохранной деятельности предприятия и повышения ее эффективности. Внешний аудит проводится экономическим субъектом аудиторской деятельности (аудитором) для поддержания объективности и независимости аудиторской проверки;

внутренний экологический аудит — это независимая деятельность штатного сотрудника (группы штатных сотрудников) предприятия по проверке и оценке работы хозяйствующего субъекта в интересах руководства предприятия. Основная задача внутреннего аудита — мониторинг корпоративных расходов и разработка мероприятий по их снижению.

Принципы экологического аудита:

- презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательность проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексность оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий;

- обязательность учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверность и полнота информации, представляемой на экологическую экспертизу;
- независимость экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научная обоснованность, объективность и законность заключений экологической экспертизы;
- гласность, участие общественных организаций (объединений), учет общественного мнения;
- ответственность участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

Этапы экологического аудита:

- подготовка к экологическому аудиту;
- планирование экологического аудита;
- проведение экологического аудита;
- подготовка отчета и заключения по результатам экологического аудита.

Тема 3. Экологические платежи. Плата за негативное воздействие на окружающую среду

Цель: сформировать у студентов понимание необходимости экологических платежей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Какой Федеральный закон РФ обязывает природопользователей осуществлять экологические платежи за негативное воздействие на окружающую среду?
2. В какие сроки необходимо осуществлять платежи за НВОС?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Главным источником финансирования природоохранных мероприятий являются экологические фонды, формирующиеся в основном за счет платежей за нормативные и сверхнормативные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды загрязнений, а так же штрафов за экологические нарушения. Но платежи в экологические фонды нельзя рассматривать только как источники финансирования фондов, как откупные за последующую антиэкологическую деятельность. Главное назначение платежей в экологические фонды — это

развитие экономического стимулирования сокращения загрязнения окружающей среды. Из всей собранной суммы платежей за загрязнение 19 % поступает в Федеральный бюджет, 81 % направляется в региональные природоохранные фонды, причем 54 % предполагается направлять для решения экологических проблем на местах.

В нашей стране введены обязательные экологически платежи за загрязнение окружающей среды. Необходимость платы за негативное воздействие на окружающую среду предусмотрена и Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Этот закон устанавливает, что негативное воздействие на окружающую среду является платным. В соответствии с Федеральным законом, к видам негативного (вредного) воздействия на окружающую среду (НВОС) относятся:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ;
- сбросы загрязняющих и иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- загрязнение недр, почв;
- размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

В настоящее время плата за НВОС взимается только за следующие виды негативного воздействия:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными объектами;
- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными объектами;
- сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;
- размещение отходов производства и потребления.

За другие виды вредного воздействия, указанные в Федеральном законе «Об охране окружающей среды», в частности за загрязнение недр и почв, шум, вибрацию и т. п., экологические взносы не уплачиваются из-за отсутствия нормативов платы, т.к. невозможно определить размер этих взносов.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду по Определению Конституционного суда от 10.12.2002 г. № 284-О, признана обязательным публично-правовым платежом. Этот платеж носит индивидуально-возмездный и компенсационный характер и является по своей правовой природе не налогом, а фискальным сбором.

В соответствии с п. 2 статьи 8 Налогового кодекса, под **сбором** понимается обязательный взнос, уплата которого является одним из условий предоставления плательщикам определенных прав или выдачу разрешений (лицензий). УМНС РФ в письме за № 06-01-25/21 91 от 10. 02. 2004 и в официальном Разъяснении от 15. 01. 2004 г. однозначно подтверждает обязательность платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Однако, в соответствии с законодательством, внесение платы за загрязнение окружающей среды не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также от возмещения в полном объеме вреда, причиненного окружающей среде и здоровью граждан загрязнением окружающей среды.

Согласно Федеральному закону от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», плательщиками за негативное воздействие на окружающую среду являются предприятия, учреждения, организации, российские и иностранные юридические и физические лица, осуществляющие любые виды деятельности на территории РФ, связанные с природопользованием, то есть имеющие источники негативного воздействия на окружающую среду. В связи с выходом Постановления Конституционного суда РФ № 8-П от 14. 05. 2009 г., все организации, финансируемые из бюджетов различных уровней и ранее освобожденные от внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду, должны с 01.01.2010 г. также осуществлять данные платежи.

Согласно п. 1 Приказа Ростехнадзора РФ от 08.06.2006 № 557 «Об установлении сроков уплаты платы за негативное воздействие на окружающую среду», все экологические платежи нужно перечислять до 20-го числа месяца, следующего за отчетным периодом. Отчетным периодом признается календарный квартал.

Расчет платежей за негативное воздействие на окружающую среду должен производиться организацией **самостоятельно**, исходя из объемов загрязнения, связанных с ее деятельностью. Форма расчета, порядок ее заполнения и сдачи отчетности утверждены приказом Ростехнадзора от 05.04. 2007 г. № 204 (в ред. пр. Ростехнадзора от 27. 03. 2008 г. №182).

Сумма платы рассчитывается отдельно по каждому загрязняющему веществу и отходу, а также по каждому виду топлива для передвижных объектов. При расчете платы за выбросы нужно учитывать коэффициенты экологической значимости региона и дополнительные коэффициенты 2 и 1,2. При расчете платы за сбросы учитывают коэффициенты экологической значимости региона, дополнительный коэффициент 2 и коэффициент для взвешенных ве-

ществ. При расчете платы за отходы учитываются коэффициенты экологической значимости региона, дополнительный коэффициент 2 и коэффициент месторасположения объекта размещения отходов (1 или 0,3). Ко всем рассчитанным суммам платы должен быть применен коэффициент, учитывающий инфляцию, который устанавливается Федеральным законом о бюджете на очередной календарный год.

Коэффициенты, учитывающие инфляцию платы за НВОС по всем разделам расчета платы, устанавливаются каждый год Федеральным законом «О федеральном бюджете». Например, в 2015 г. установлены следующие коэффициенты инфляции: 2,45 (вместо 2,33 в 2014 году) и 1,98 (вместо 1,89 в 2014 году), в 2016г.: 2,56 (вместо 2,45 в 2015 году) и 2,07 (вместо 1,98 в 2015 году).

Чтобы рассчитать плату за негативное воздействие на окружающую среду, необходимо знать следующее.

1. Утвержденные Росприроднадзором для организации нормативы предельно допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и лимиты на размещение отходов.

2. Утвержденные Росприроднадзором для организации нормативы временно согласованных выбросов (сбросов) загрязняющих веществ.

3. Количество топлива, израсходованного передвижными источниками в отчетном периоде.

4. Нормативы платы за загрязнение окружающей среды, утвержденные постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01 июля 2005 г. от № 410).

5. Коэффициенты, учитывающие инфляцию нормативов платы и коэффициенты экологической значимости региона.

6. Фактические массы выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещаемых отходов с разбивкой:

- в пределах утвержденных нормативов (ПДВ, ПДС и ЛРО);
- в пределах утвержденных временно согласованных нормативов (ВСВ и ВСС);
- сверх утвержденных нормативов и временных нормативов.

7. Повышающий коэффициент, который применяется при расчете платы за загрязнение окружающей среды сверх утвержденных нормативов и лимитов. Значение этого коэффициента составляет 5,0 (п. 5 Порядка, утвержденного постановлением Правительства РФ от 28 августа 1992 г. № 632).

Фактическая масса выбросов, сбросов и размещения отходов определяется по данным учета, который должны вести все организации, обязанные вносить плату за загрязнение окружающей среды

(ст. 30 Закона от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ, подп. 5 п. 2 ст. 39 Водного кодекса РФ, ст. 19 Закона от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ).

Для определения массы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, используется порядок, предусмотренный п. 5.6 Инструктивно-методических указаний, утвержденных Минприроды России от 26 января 1993 г.

Для определения массы загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты, используется порядок, предусмотренный п. 5.7 Инструктивно-методических указаний, утвержденных Минприроды России от 26 января 1993 г.

Учет отходов (образовавшихся, использованных, обезвреженных, размещенных, переданных другим лицам или полученных от других лиц) следует вести в специальном журнале учета обращения с отходами (приказ МПР РФ от 01 сентября 2011 года № 721 «Об утверждении порядка учета в области обращения с отходами»).

В расчет платы организации за загрязнение окружающей среды включаются только те разделы, которые необходимы организации в зависимости от видов негативного воздействия на окружающую среду. Например, если организация не имеет стационарных объектов, которые выбрасывают в атмосферный воздух загрязняющие (вредные) вещества, то раздел «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными объектами» заполнять и прикладывать к расчету платы не нужно.

Расчет предоставляется:

- на бумажном носителе через представителя организации или по почте заказным письмом с уведомлением;
- в электронном виде на магнитном носителе или по телекоммуникационным каналам связи. Расчеты в электронном виде должны предоставляться в формате XML, согласно образцу, расположенному на сайте Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) по адресу: <http://www.gosnadzor.ru>. Если в отчетном периоде сумма платежа составляет менее 50 тыс. рублей, представления расчета платы в электронном виде не требуется, в противном случае сдача расчетов в электронном виде является обязательной.

Заполненный расчет платы, прошитый, пронумерованный, скрепленный печатью, нужно сдавать в территориальные органы Росприроднадзора по месту нахождения стационарного объекта негативного воздействия и по месту государственной регистрации передвижного загрязняющего объекта. В те же территориальные органы Росприроднадзора осуществляется плата на НВОС в соответствии с представленными Расчетами платы отдельными платежными поручениями по каждому КБК.

Таким образом, если организация имеет несколько источников загрязнения окружающей среды в разных субъектах Российской Федерации, то по каждому субъекту нужно сдать отдельный расчет платы. При эксплуатации нескольких объектов загрязнения на территории одного субъекта плата по ним отражается в едином расчете. Однако лист расчета суммы платежа, подлежащей уплате в бюджет, заполняется отдельно по каждому муниципальному образованию (ОКТМО муниципального образования).

Ответственность за непредставление расчетов и невнесение платы за НВОС

Штрафных санкций за непредставление расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду, а также за его подачу позднее установленного срока не предусмотрено. Однако такие действия могут квалифицироваться как сокрытие экологической информации, ответственность за которое предусмотрена статьей 8.5 Кодекса РФ об административных правонарушениях от 30. 12. 2001 № 195-ФЗ в виде наложения административного штрафа на должностных лиц в размере от 1000 до 2000 рублей, на юридических лиц — от 10 000 до 20 000 рублей.

В соответствии со статьей 8.41 Кодекса РФ об административных правонарушениях от 30. 12. 2001 № 195-ФЗ, невнесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от 3000 до 6000 рублей; на юридических лиц — от 50 000 до 100 000 рублей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие виды экологических платежей предусмотрены нормативными актами в РФ?
2. Какие факторы влияют на норматив платы за загрязнение окружающей среды?
3. Когда в России была введена система платежей за загрязнение окружающей среды и как она совершенствовалась?
4. Назовите действующие источники платы за загрязнение окружающей природной среды.
5. Предусмотрена ли ответственность за невнесение платы за НВОС?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите *один* правильный ответ.

1. ПЛАТА ЗА НВОС ВНОСИТСЯ

- 1) не позднее 20 числа месяца, следующего за отчетным кварталом
- 2) не позднее 20 числа месяца отчетного квартала
- 3) не позднее 15 числа месяца, следующего за отчетным кварталом

2. НА ВЕЛИЧИНУ ПЛАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ ВЛИЯЕТ

- 1) класс токсичности
- 2) территория, на которой они размещаются
- 3) вид хозяйственной деятельности, которую осуществляет предприятие
- 4) суммарная прибыль предприятия за отчетный период

3. ОПРЕДЕЛИТЕ ГЛАВНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФОНДЫ

- 1) развитие экономического стимулирования рационального природопользования
- 2) источник финансирования природопользования
- 3) откупные за антиэкологическую деятельность
- 4) развитие инфраструктуры

Выберите *несколько* правильных ответов.

4. ВЕЛИЧИНА ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ ЗАВИСИТ ОТ

- 1) количества выбрасываемых экологически вредных веществ (ЭВВ)
- 2) решения местных органов власти
- 3) качества (степени опасности) выбрасываемых ЭВВ
- 4) установленных нормативов на выбросы ЭВВ

5. ПЛАТЕЖИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКИМ, – ЭТО ПЛАТЕЖИ ЗА

- 1) выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
- 2) сбросы сточных вод в водные объекты
- 3) использование природных ресурсов
- 4) проведение экспертизы

6. ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С УЩЕРБОМ, НАНЕСЕННЫМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ, ИЗЛОЖЕНЫ В

- 1) ФЗ «Об охране окружающей среды»

- 2) гражданском Кодексе РФ
- 3) лесном Кодексе РФ
- 4) ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

7. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВКЛЮЧАЕТ

- 1) затраты на восстановление природных объектов
- 2) затраты на воспроизводство и оздоровление экосистем
- 3) возмещение убытков пострадавшим физическим и юридическим лицам
- 4) штрафные санкции

8. ДОКУМЕНТЫ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ НОРМАТИВЫ ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

- 1) ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»
- 2) ФЗ «Об охране окружающей среды»
- 3) Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344
- 4) Постановление Правительства РФ от 1 июля 2005 г. № 410

РАЗДЕЛ 3. ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Тема 1. Факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека

Цель: сформировать понятие о здоровье человека и факторах, влияющих на здоровье человека.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Понятие «медицинская экология».
2. ВОЗ о здоровье современного человека.
3. Природные и социальные элементы окружающей среды, оказывающей различное влияние на организм человека.
4. Основные факторы, влияющие на здоровье человека.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Медицинская экология — отрасль науки на стыке экологии и медицины, изучающая закономерности взаимодействия человека и окружающей среды в сфере здоровья, исследующая болезни человека, возникающие под воздействием различных факторов окружающей среды.

В системе взаимоотношений человека с окружающей средой все более актуальной становится оценка здоровья населения. Состояние здоровья человека зависит от многочисленных факторов, среди них — природные условия, тип хозяйственной деятельности, образ жизни, уровень культуры и санитарно-гигиенических навыков, медицинское обслуживание, наличие природных предпосылок болезней, вредных веществ техногенного происхождения и др.

Одним из первых обратил внимание на воздействие внешней среды на здоровье человека древнегреческий врач Гиппократ. Он придавал особое значение особенностям климата и условиям местности, образу жизни людей, труду, питанию и физическим упражнениям. Гиппократ систематизировал и обобщил знания о гигиене в двух своих работах, это трактаты «О воздухах, водах и местностях» и «О здоровом образе жизни». Прогрессивные взгляды Гиппократа оказали большое влияние на развитие медицины.

Понятие «здоровье человека», предложенное Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1968 г., включает состояние полного физического, душевного, социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов человека. Такой подход учитывает, в какой мере окружающая человека среда способствует сохранению здоровья, предупреждению болезней, обеспечивает нормальные условия труда и быта, всестороннее гармоничное развитие.

Категория «окружающая среда», согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды», включает совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Последние представляют собой естественные экологические системы, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства, а также природные объекты, измененные в результате хозяйственной деятельности человека, или объекты, созданные человеком.

Структура окружающей среды, оказывающей влияние на организм человека, условно может быть разделена на *природные* (механические, физические, химические и биологические) и *социальные элементы среды* (труд, быт, социально-экономический уклад, информация). Условность такого деления объясняется тем, что природные факторы действуют на человека в определенных социальных условиях и нередко оказываются существенно изменены в результате производственной и хозяйственной деятельности. Изменения в уровнях воздействия любого из факторов, формирующих окружающую среду, может привести и к нарушениям в состоянии здоровья. Кроме того, одновременное изменение нескольких факторов природного характера или социальной среды, трудность в определении связи заболевания с конкретным фактором обусловлены еще и тем, что формирование одного из трех функциональных состояний организма (нормальное, пограничное или патологическое) может быть замаскировано. Организм человека одинаково реагирует на самые разные воздействия. Схожие по тяжести изменения могут быть вызваны в одном случае действием вредных, чаще всего антропогенных факторов окружающей среды, в другом — чрезмерной физической или умственной нагрузкой, в третьем случае в роли пусковых механизмов изменения функционального состояния организма выступает дефицит двигательной активности при повышенном нервно-эмоциональном напряжении. Более того, в зависимости от конкретных условий факторы могут оказывать на организм изолированное, комбинированное, комплексное или совокупное действие.

Под комбинированным действием понимают одновременное или последовательное действие на организм факторов одной природы, например, нескольких химических веществ при одном и том же пути поступления (с воздухом, водой, пищей и т.д.).

Комплексное действие проявляется при одновременном поступлении в организм одного и того же химического вещества различными путями (из воды, воздуха, пищевых продуктов).

Совокупное действие наблюдается при одновременном или последовательном воздействии на организм человека факторов различной природы (физических, химических, биологических).

Также надо помнить о том, что в развитии патологических процессов в организме различные загрязнения окружающей среды могут играть роль факторов риска, под которыми понимают факторы, не являющиеся непосредственной причиной определенной болезни, но которые увеличивают вероятность ее возникновения. Особенности воздействия факторов окружающей среды привели к существенным изменениям показателей здоровья населения, которые заключаются в том, что наблюдаются новые закономерности в распространенности и характере патологии человека, иначе протекают демографические процессы. В обобщенном виде эти изменения могут быть сформулированы следующим образом:

- изменилась динамика всех показателей, характеризующих здоровье (заболеваемость, инвалидность, смертность, физическое развитие);

- произошли характерные демографические изменения (постарение, сдвиги в структуре смертности);

- определился ряд заболеваний, имеющих высокие уровни распространения (болезни системы кровообращения, хронические неспецифические болезни органов дыхания, несчастные случаи, отравления, травмы и т.д.);

- выделилась группа важных, ранее редко встречавшихся заболеваний (эндокринные, аллергические, врожденные пороки, болезни иммунной системы и др.);

- возросла заболеваемость некоторыми инфекционными болезнями (корью, дифтерией, гепатитом Б, аденовирусами и др.);

- выровнялись показатели здоровья во всех социальных группах;

- определились многофакторность влияний и необходимость системного подхода к профилактике.

Существенное влияние на изменение показателей здоровья оказывают изменившаяся окружающая среда и неправильное отношение к своему здоровью.

Здоровье и болезнь не являются простым отражением состояния окружающей человека среды. Человек, с одной стороны, обладает определенной биологической конституцией, приобретенной в

результате эволюционного развития, и подвержен влиянию природных факторов. С другой стороны, он формируется под воздействием социально-экономических факторов, которые постоянно совершенствуются.

Ориентировочный вклад различных факторов влияющих на здоровье населения оценивается по четырем позициям:

- условия и образ жизни;
- генетика (биология) человека;
- внешняя среда;
- здравоохранение.

Данные показывают, что наибольшее влияние на состояние здоровья оказывает образ жизни (49–53 %). От него зависит почти половина всех случаев заболеваний. Второе место по влиянию на здоровье занимает состояние среды жизнедеятельности человека. Не менее одной трети заболеваний определяется неблагоприятными воздействиями окружающей среды — 17–20 %. Наследственность обуславливает 18–22 % болезней, низкий уровень развития здравоохранения — около 7–10 %.

Здоровый организм постоянно обеспечивает оптимальное функционирование всех своих систем в ответ на любые изменения окружающей среды, например, перепады температуры, атмосферного давления, изменение содержания кислорода в воздухе, влажности и т. д. Сохранение оптимальной жизнедеятельности человека при взаимодействии с окружающей средой определяется тем, что для его организма существует определенный физиологический предел выносливости по отношению к любому фактору среды. За границей физиологического предела этот фактор неизбежно будет оказывать угнетающее влияние на здоровье человека. Например, как показали испытания, в городских условиях факторы, влияющие на здоровье человека, делятся на пять основных групп: жилая среда, производственные факторы, социальные, биологические и индивидуальный образ жизни.

При оценке здоровья населения учитывается и такой немаловажный фактор региональных особенностей, который складывается из целого ряда элементов: климата, рельефа, степени антропогенных нагрузок, развития социально-экономических условий, плотности населения, промышленных аварий, катастроф, стихийных бедствий и т. п. Вызывает большую озабоченность тот факт, что в настоящее время Российская Федерация по уровню смертности и средней продолжительности жизни устойчиво занимает одно из последних мест среди индустриально развитых стран.

Влияние каждого фактора на здоровье человека определяется также возрастом, половой принадлежностью, индивидуальными особенностями организма.

Условия и образ жизни

В последнее время стало понятно, что одна только медицина не может справиться с ухудшением здоровья населения. Доля влияния здравоохранения на здоровье человека составляет 7–10 %, в то время как влияние условий и образа жизни человека составляет более 50 %. В связи с этим возрос интерес к здоровому образу жизни, как среди специалистов, так и среди широких кругов населения. Происходит осознание тезиса: искусство продлить жизнь — это искусство не укорачивать ее. Становится ясно, что болезни современного человека обусловлены прежде всего его образом жизни и повседневным поведением. Здоровый образ жизни необходимо рассматривать как основу профилактики заболеваний.

В определении понятия здорового образа жизни необходимо учитывать два основных фактора — генетическую природу данного человека и ее соответствие конкретным условиям жизнедеятельности.

Здоровый образ жизни есть способ жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным типологическим особенностям данного человека, конкретным условиям жизни и направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья и на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

В приведенном определении здорового образа жизни акцент делается на индивидуализацию самого понятия, то есть вариантов здорового образа жизни должно быть столько, сколько существует людей. В определении здорового образа жизни для каждого человека необходимо учитывать как его типологические особенности (тип высшей нервной деятельности, морфофункциональный тип, преобладающий механизм вегетативной регуляции и т. д.), так и возрастную-половую принадлежность и социальную обстановку, в которой он живет (семейное положение, профессию, традиции, условия труда, материальное обеспечение, быт и т. д.). Важное место в исходных посылах должны занимать личностно-мотивационные особенности данного человека, его жизненные ориентиры, которые сами по себе могут быть серьезным стимулом к здоровому образу жизни и к формированию его содержания и особенностей.

В основе формирования здорового образа жизни лежит ряд ключевых положений:

- активным носителем здорового образа жизни является конкретный человек как субъект и объект своей жизнедеятельности и социального статуса;

- в реализации здорового образа жизни человек выступает в единстве биологического и социального начал;

- в основе формирования здорового образа жизни лежит личностно-мотивационная установка человека на воплощение своих

социальных, физических, интеллектуальных и психических возможностей и способностей;

– здоровый образ жизни является наиболее эффективным средством и методом обеспечения здоровья, первичной профилактики болезней и удовлетворения жизненно важной потребности в здоровье.

По Э.Н. Вайнеру, структура здорового образа жизни должна включать следующие факторы: оптимальный двигательный режим, рациональное питание, рациональный режим жизни, психофизиологическую регуляцию, тренировку иммунитета и закаливание, отсутствие вредных привычек и валеологическое образование.

Новая парадигма здоровья четко и конструктивно определена академиком Н.М. Амосовым: «Чтобы стать здоровым, нужны собственные усилия, постоянные и значительные. Заменить их ничем нельзя».

Особую важность имеет формирование здорового образа жизни у детей, пока их нервная система более пластична, а жизненные установки еще недостаточно прочны. В этот период необходимо вырабатывать у детей ориентацию их жизненных интересов на здоровый образ жизни.

Здоровый образ жизни как система складывается из трех основных взаимосвязанных и взаимозаменяемых элементов, трех культур: культуры питания, культуры движения и культуры эмоций.

Культура питания. В здоровом образе жизни питание является определяющим, системообразующим, так как оказывает положительное влияние на двигательную активность и на эмоциональную устойчивость. При правильном питании пища наилучшим образом соответствует естественным технологиям усвоения пищевых веществ, выработавшимся в ходе эволюции.

Под рациональным питанием понимают правильно подобранный рацион, который отвечает индивидуальным особенностям организма, учитывает характер труда, половые и возрастные особенности, климатогеографические условия проживания.

Понятие рационального питания включает соблюдение трех основных принципов:

– обеспечение баланса энергии, поступающей с пищей и расходуемой человеком в процессе жизнедеятельности;

– удовлетворение потребности организма в определенных пищевых веществах;

– соблюдение режима питания.

Питание должно удовлетворять потребность организма во всех необходимых пищевых компонентах: белках, жирах, углеводах, витаминах, воде, минеральных веществах, клетчатке и т. д. При планировании и выборе рациона питания следует отдавать предпочте-

ние продуктам, выращенным в своем регионе. Предпосылкой такой рекомендации является то, что растения обычно вырабатывают те вещества, которые помогают им противодействовать неблагоприятным местным условиям. Естественно, что потребляющий эти продукты человек, сам являющийся биочастицей данного региона, повышает свои адаптационные возможности.

В основе построения рационального режима питания должны лежать генотипические особенности человека, возраст, пол, характер жизнедеятельности, привычки и профессия, семейное положение и двигательная активность. С учетом этих факторов следует предусмотреть при организации своего питания следующие обстоятельства:

- время и частота приема пищи должны согласовываться с режимом работы (учебы);

- при малой двигательной активности каждому приему пищи должны предшествовать физические упражнения (гимнастические упражнения, ходьба, танцы и т. п.) хотя бы в течение 10–15 минут;

- при высокой двигательной активности в рационе должна быть предусмотрена соответствующая углеводная и белковая компенсация;

- пищевой рацион для растущего организма должен отличаться положительным балансом прихода против расхода, что обеспечивает преобладающий анаболизм;

- основным показателем сбалансированного питания должен быть высокий уровень здоровья, а у взрослого человека — еще и неизменная масса тела;

- пищу следует «заслужить», то есть питание должно не создавать запасы необходимых веществ для последующей жизнедеятельности, а быть результатом этой жизнедеятельности;

- напряженной работе должна предшествовать легкая пища, следовать за такой работой — плотная еда.

Не вызывает сомнения, что питание человека является одним из важнейших факторов его жизнедеятельности. Правильная организация питания позволяет поддерживать и укреплять здоровье, а нарушение, как это, к сожалению, чаще всего и бывает в современном мире, ведет к возникновению многих функциональных нарушений и заболеваний.

Культура движения. Мышечная активность является одним из механизмов интеграции функциональных систем и их сонастраивания на данный уровень активности. Нарушение же этого механизма ведет к функциональной переориентации, когда каждая из систем начинает работать преимущественно на компенсацию самого слабого звена в организме, которое в данный момент отличается наибольшим напряжением функций. Снижение двигательной актив-

ности ведет к компенсаторной перестройке всех видов обмена веществ: минерального, жирового, белкового, углеводного, водного. Гиподинамия выключает конечное звено стрессовой реакции — движение. Это ведет к напряжению центральной нервной системы, что в условиях и без того высоких информационных и социальных перегрузок современного человека закономерно ведет к переходу стресса в дистресс. Гиподинамия, кроме того, вызывает заметные изменения в иммунологических свойствах организма и в терморегуляции.

Процесс цивилизации сопровождается все более отчетливой тенденцией к снижению двигательной активности человека и возрастанию нагрузки на его мозг. Это вызвало нарушение сложившегося в эволюции соотношения между сторонами жизнедеятельности, когда мышечная деятельность является конечным, исполнительным звеном психических процессов, поскольку между ними существует прямая зависимость. Оптимально подобранная мышечная нагрузка повышает общий эмоциональный тонус, создавая устойчивое настроение, которое служит благоприятным фоном для умственной деятельности и предупреждает раннее развитие утомления. Физические упражнения оказывают на умственную работоспособность непосредственное благоприятное влияние по механизму активного отдыха. Также они оказывают отдаленное влияние спустя некоторое время или в виде кумулятивного (накапливающего) эффекта от многократного в течение определенного (недель, месяцев) времени повторения. Оздоровительным эффектом обладают аэробные физические упражнения (ходьба, бег трусцой, плавание, катание на лыжах, работа на садово-огородном участке и т. д.) в природных условиях. Они включают в себя солнечные и воздушные ванны, очищающие и закаливающие водные процедуры. Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что полноценная двигательная активность является неотъемлемой частью здорового образа жизни. Она оказывает влияние практически на все стороны жизнедеятельности человека, как в профессиональной, так и в бытовой, досуговой и других сферах его жизни.

Культура эмоций. Отрицательные эмоции (зависть, гнев, страх и др.) обладают огромной разрушительной силой, положительные эмоции (смех, радость, чувство благодарности и т. д.) сохраняют здоровье, способствуют успеху.

Формирование здорового образа жизни представляет собой исключительно длительный процесс и может продолжаться всю жизнь. Обратная связь от наступающих в организме в результате следования здоровому образу жизни изменений срабатывает не сразу, положительный эффект перехода на рациональный образ жизни иногда отсрочен на годы. Поэтому, к сожалению, довольно

часто люди лишь «пробуют» сам переход, но, не получив быстрого результата, возвращаются к прежнему образу жизни. В этом нет ничего удивительного. Здоровый образ жизни предполагает отказ от многих ставших привычными приятных условий жизнедеятельности (переедание, комфорт, алкоголь и др.) и, наоборот, постоянные и регулярные, тяжелые для неадаптированного к ним человека нагрузки и строгую регламентацию образа жизни. В первый период перехода к здоровому образу жизни особенно важно поддержать человека в его стремлении, обеспечить необходимыми консультациями, указать на положительные изменения в состоянии его здоровья, в функциональных показателях и т. п.

В настоящее время наблюдается парадокс: при положительном отношении к факторам здорового образа жизни, особенно в отношении питания и двигательного режима, в реальности их используют лишь от 10 до 15 % опрошенных. Это происходит не из-за отсутствия валеологической грамотности, а из-за низкой активности личности, поведенческой пассивности. Таким образом, здоровый образ жизни должен целенаправленно и постоянно формироваться в течение жизни человека, а не зависеть от обстоятельств и жизненных ситуаций.

Генетические факторы, определяющие здоровье человека

Возможности человека во многом определяет его генотип — совокупность наследственных признаков, заложенных в индивидуальном коде ДНК задолго до рождения. Тем не менее, генотипические проявления не появляются без определённых благоприятных или негативных условий.

Помимо генетических изменений, большое значение имеют эпигеномные механизмы, факторы, определяющие здоровье человека после его рождения. В этих случаях плод не наследует заболевания, но, подвергаясь вредному воздействию, воспринимает их как норму, что впоследствии сказывается на здоровье человека. Самым распространённым примером подобной патологии служит гипертоническая болезнь матери. Повышенное артериальное давление в системе «мать — плацента — плод» способствует развитию сосудистых изменений, подготавливая человека к условиям жизни с повышенным кровяным давлением, то есть к развитию гипертонии.

Наследственные заболевания разделяются на три группы:

- генные и хромосомные аномалии;
- заболевания, связанные с нарушением синтеза определенных ферментов в условиях, требующих повышенной их продукции;
- наследственная предрасположенность.

Генные и хромосомные аномалии, такие как фенилкетонурия, гемофилия, синдром Дауна, проявляются тотчас после рождения.

Ферментопатии как факторы, определяющие здоровье человека, начинают сказываться только в тех случаях, когда организм не может справиться с повышенной нагрузкой. Так начинают проявляться заболевания, связанные с нарушением обмена веществ: сахарный диабет, подагра, неврозы.

Наследственная предрасположенность проступает под воздействием факторов внешней среды. Неблагоприятная экологическая и социальная обстановка способствует развитию гипертонической болезни, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, бронхиальной астмы и прочих психогенных нарушений.

Состояние окружающей среды

Биологические особенности организма — это основа, на которой зиждется здоровье человека. Однако генетическая программа, получаемая человеком, обеспечивает его развитие при наличии определенных условий окружающей среды.

«Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен», — в этой мысли И.М. Сеченова заложено неразрывное единство человека и среды его обитания.

Каждый организм находится в многообразных взаимных связях с факторами окружающей среды, как абиотическими (геофизическими, геохимическими), так и биотическими (живыми организмами того же и других видов).

Под окружающей средой принято понимать целостную систему взаимосвязанных природных и антропогенных объектов и явлений, в которой протекает труд, быт и отдых людей. Это понятие включает в себя социальные, природные и искусственно создаваемые физические, химические и биологические факторы, то есть все то, что прямо или косвенно воздействует на жизнь, здоровье и деятельность человека. Человек как живая система является составной частью биосферы. Воздействие человека на биосферу связано не столько с его биологической ролью, сколько с трудовой деятельностью. Известно, что технические системы оказывают химическое и физическое воздействие на биосферу по следующим каналам:

- через атмосферу (использование и выделение различных газов нарушает естественный газообмен);
- через гидросферу (загрязнение химическими веществами и нефтью рек, морей и океанов);
- через литосферу (использование полезных ископаемых, загрязнение почв промышленными отходами и т. д.).

Организм человека во многом связан с остальными компонентами биосферы — растениями, насекомыми, микроорганизмами и т. д., то есть его сложный организм входит в общий круговорот веществ и подчиняется его законам. Непрерывный приток атмосферного кислорода, питьевой воды, пищи абсолютно необходим для

существования и биологической деятельности человека. Человеческий организм подчинен суточным и сезонным ритмам, реагирует на сезонные изменения температуры окружающей среды, интенсивности солнечного излучения и т. п. Вместе с тем человек является частью особой социальной среды — общества. Человек — существо не только биологическое, но и социальное. Очевидная социальная основа существования человека как элемента общественной структуры является ведущей, опосредующей его биологические способы существования и отправления физиологических функций.

Учение о социальной сущности человека показывает, что необходимо планировать создание таких социальных условий его развития, в которых могли бы развернуться все его сущностные силы. В стратегическом плане в оптимизации условий жизни и стабилизации здоровья человека самым важным является разработка и введение научно обоснованной генеральной программы развития биогеоценозов в урбанизированной среде и совершенствования демократической формы общественного устройства.

Социальные факторы здоровья человека

Общественные условия во многом определяют здоровье людей. Немаловажное место занимает уровень экономического развития в стране проживания. Достаточное количество денег играет двоякую роль. С одной стороны, богатому человеку доступны все виды медицинской помощи, с другой стороны, — забота о состоянии здоровья вытесняется иными делами. Малообеспеченные люди, как это ни странно, имеют больше шансов укрепить иммунитет. Таким образом, факторы здоровья человека не зависят от его материального положения.

Важнейшей составляющей здорового образа жизни является правильная психологическая установка, направленная на длительную продолжительность жизни. Люди, желающие быть здоровыми, исключают факторы, разрушающие здоровье человека, считая их несовместимыми с нормами. Независимо от места проживания, этнической принадлежности, уровня доходов, каждый имеет право выбора. Находясь в изоляции от благ цивилизации либо пользуясь ими, люди в одинаковой мере способны соблюдать элементарные правила личной гигиены. На вредных производствах предусматриваются необходимые меры личной безопасности, соблюдение которых приводит к положительным результатам.

К ***социальным факторам*** здоровья человека относится широко известное явление *акселерации*. Акселерация — ускорение развития отдельных органов или частей организма по сравнению с некой биологической нормой. Ребенок XXI века по уровню развития намного превосходит своих ровесников XIX и начала XX веков.

Ускорение развития имеет прямую связь с достижениями технического прогресса.

Биологические ритмы — важнейший механизм регуляции функций биологических систем, сформировавшийся, как правило, под воздействием абиотических факторов, в условиях городской жизни может нарушаться. Это прежде всего относится к циркадным ритмам: новым экологическим фактором стало использование электроосвещения, продлившее световой день. На это накладывается десинхроноз, возникает хаотизация всех прежних биоритмов и происходит переход к новому ритмическому стереотипу, что вызывает болезни у человека и у всех представителей биоты города, у которых нарушается фотопериод.

Аллергизация населения — одна из основных новых черт в измененной структуре патологии людей в городской среде. Причина аллергических заболеваний (бронхиальная астма, крапивница, лекарственная аллергия, ревматизм, красная волчанка и др.) — в нарушении иммунной системы человека, которая в результате эволюции находилась в равновесии с природной средой. Городская же среда характеризуется резкой сменой доминирующих факторов и появлением совершенно новых веществ — загрязнителей, воздействия которых ранее иммунная система человека не испытывала.

Онкологическая заболеваемость и смертность — одна из наиболее показательных медицинских тенденций неблагополучия в городах и сельской местности. Развитие различных видов опухолей вызывают: канцерогенные вещества, опухолеродные вирусы, а также действие некоторых излучений — ультрафиолетового, рентгеновского, радиоактивного и др. Экологический подход к этому явлению говорит о том, что первопричиной рака в большинстве случаев являются процессы и приспособления обмена веществ к воздействию новых факторов, отличных от природных, в частности канцерогенных веществ.

Рост лиц с избыточным весом — также явление, вызванное особенностями городской среды. Переедание, малая физическая активность, неправильное питание — вот основные причины избыточного веса, который влечет за собой целый ряд различных заболеваний.

Природные факторы здоровья человека

Естественные (природные) воздействия на организм подразделяются на климатические и урбанистические. Солнце, воздух и вода далеко не самые главные компоненты окружающей среды. Большую значимость имеют энергетические воздействия: от электромагнитного поля Земли до радиации.

Люди, проживающие в районах с суровым климатом, имеют большой запас прочности. Однако затраты жизненной энергии в

борьбе за выживание у северян несопоставимы с теми людьми, которые проживают в условиях, где сочетаются благоприятные природные факторы здоровья человека, такие как действие морского бриза, например.

Загрязнение окружающей среды вследствие развития промышленности способно к воздействию на генном уровне. И это действие почти никогда не бывает благотворным. Множественные факторы, разрушающие здоровье человека, способствуют укорочению жизни, несмотря на то, что люди стараются вести правильный образ жизни. Воздействие вредных веществ окружающей среды является на сегодняшний день основной проблемой для здоровья жителей мегаполисов.

Основными **факторами техногенного характера**, оказывающими негативное влияние на здоровье, является химическое и физическое загрязнение окружающей среды.

Химическое загрязнение окружающей среды и здоровье человека

Глобальное загрязнение атмосферного воздуха сопровождается ухудшением состояния здоровья населения. Вместе с тем, задача количественной оценки влияния этих загрязнений еще окончательно не решена. В большей части негативное влияние опосредуется через трофические цепи, так как основная масса загрязнений выпадает на поверхность земли (твердые вещества) либо вымывается из атмосферы с помощью осадков. За исключением аварийных ситуаций, изменения в состоянии здоровья бывает достаточно трудно увязать с конкретным ксенобиотиком, попавшим в атмосферный воздух. На масштабы поражения людей кроме этиологического фактора существенное влияние оказывают метеорологические условия, которые способствуют или препятствуют рассеиванию вредных веществ.

Загрязнения атмосферного воздуха влияют на резистентность организма, что проявляется в росте инфекционных заболеваний. Имеются достоверные сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, респираторное заболевание у детей, проживающих в загрязненных районах, длится в 2–2,5 раза дольше, чем у детей, проживающих на относительно чистых территориях.

Многочисленные исследования, проведенные в последние годы, свидетельствуют о том, что у детей, проживающих в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, отмечается низкий уровень физического развития, которое часто оценивается как дисгармоничное. Наблюдающееся отставание уровня биологического развития от паспортного возраста свидетельствует о весьма неблагоприятном влиянии загрязнения воздушной среды на здоровье подрастающего поколения.

В наибольшей степени загрязнение атмосферного воздуха сказывается на показателях здоровья в урбанизированных центрах, в частности в городах с развитой металлургической, перерабатывающей и угольной промышленностью. На территории таких городов влияют как неспецифические загрязнители (пыль, сернистый ангидрид сероводород, оксид углерода, сажа, диоксид азота), так и специфические (фтор, фенол, металлы и др.). Причем в общем объеме загрязнений атмосферного воздуха неспецифические загрязнители составляют свыше 95 %.

На всех территориях с высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха заболеваемость, как один из показателей здоровья, выше, чем на относительно чистых территориях.

Важнейшими источниками химического загрязнения окружающей среды в России являются промышленные предприятия, автомобильный транспорт, тепловые и атомные электростанции. В городах весомый вклад в загрязнение среды вносит также отсутствие и несовершенная утилизация отходов коммунального хозяйства, а в сельской местности — пестициды и минеральные удобрения, загрязненные стоки животноводческих комплексов.

Атмосферное загрязнение в первую очередь влияет на сопротивляемость организма, результатом снижения которой становится повышенная заболеваемость, а также на другие физиологические изменения организма. По сравнению с другими источниками химического загрязнения (пища, питьевая вода), атмосферный воздух представляет собой особую опасность, поскольку на его пути нет химического заслона, подобного тому, который создает печень при проникновении загрязняющих веществ через желудочно-кишечный тракт.

Основными источниками загрязнения почвы служат утечки химических веществ, оседание на почву присутствующих в воздухе загрязнителей, чрезмерное использование химикатов в сельском хозяйстве, а также неправильное складирование, хранение и захоронение жидких и твердых отходов.

В настоящее время практически все водные объекты России подвержены антропогенному загрязнению. В воде большинства рек и озер отмечается превышение ПДК хотя бы по одному загрязняющему веществу. По данным Госкомсанэпиднадзора России, питьевая вода в более чем 30 % водоемов не соответствует ГОСТ.

Загрязнение воды и почвы, так же как и воздушной среды, представляет в России серьезную проблему. Их возрастающее загрязнение токсичными химическими веществами, например, тяжелыми металлами и диоксинами, а также нитратами и пестицидами оказывает прямое воздействие на качество продуктов питания, питьевой воды и, как прямое следствие, на здоровье.

Физическое загрязнение окружающей среды и факторы, влияющие на здоровье человека

К основным физическим факторам окружающей среды, оказывающим негативное воздействие на здоровье человека, относятся: шум, вибрация, электромагнитные излучения, электрический ток.

К основным *источникам шума* относятся транспорт, в первую очередь автомобильный, авиационный и железнодорожный, а также различные промышленные и сельскохозяйственные предприятия. Например, в таких больших городах, как Нижний Новгород, Красноярск, Екатеринбург и др. на магистралях городского значения уровни звука составляют 73–83 дБ, максимальные — 90–95 дБ, в жилых домах, расположенных на крупных магистралях, уровень шума достигает 62–77 дБ. Не менее распространенным источником шума служит авиационный транспорт. Так, в жилых домах с открытыми окнами, находящимися под трассами пролетов самолетов в радиусе 5–10 км от границ аэропорта, уровень шума достигает 90–97 дБ, при закрытых окнах — 82–90 дБ. В промышленности источниками шума служат мощные двигатели внутреннего сгорания, поршневые компрессоры, виброплощадки, передвижные дизель-генераторные установки, вентиляторы, компрессоры, а также периодический выпуск в атмосферу отработанного пара и т. д.

Вибрация представляет собой сложный колебательный процесс с широким диапазоном частот, возникающий в результате передачи колебательной энергии от какого-то механического источника. В городах источниками вибрации служит в первую очередь транспорт, а также некоторые производства. На производстве длительное воздействие вибрации может вызвать возникновение профзаболевания — вибрационной болезни, выражающейся в изменении сосудов конечностей, нервно-мышечного и костно-суставного аппарата.

Источниками электромагнитного излучения служат радиолокационные, радио- и телевизионные станции, различные промышленные установки, приборы, в том числе бытового назначения.

Систематическое воздействие электромагнитного поля радиоволн с уровнями, превышающими допустимые, может вызвать изменения в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой, эндокринной и других системах организма человека.

Электрическое поле в значительной степени оказывает вредное воздействие на человека. По характеру воздействия различают три уровня:

– непосредственное воздействие, проявляющееся при пребывании в электрическом поле; эффект этого воздействия усиливается с увеличением напряженности поля и времени пребывания в нем;

– воздействие импульсных разрядов (импульсного тока), возникающих при прикосновении человека к изолированным от земли конструкциям, корпусам машин и механизмов на пневматическом ходу и протяженным проводникам или при прикосновении человека, изолированного от земли, к растениям, заземленным конструкциям и другим заземленным объектам;

– воздействие тока, проходящего через человека, находящегося в контакте с изолированными от земли объектами, — крупногабаритными предметами, машинами и механизмами, протяженными проводниками — тока стекания.

По экспертным оценкам ВОЗ, загрязнение окружающей среды влияет на:

- уровень врожденных аномалий развития;
- уровень распространения природно-очаговых инфекций;
- уровень профессиональной заболеваемости;
- уровень заболеваемости и смертности населения в связи с загрязнением вредными веществами атмосферного воздуха, воды.

Таким образом, не вызывает сомнения все возрастающая роль изменений окружающей человека среды на его здоровье. Выход можно искать в разработке долговременных государственных социально-экономических программ, в повышении культуры и валеологической грамотности населения, в воспитании у человека чувства ответственности за свое здоровье и за здоровье других людей, за ближайшие и отдаленные последствия нерационального использования природных ресурсов для живущих и последующих поколений.

Медицинское обеспечение

Зачастую доля ответственности этого фактора за обеспечение здоровья (7–10 %) кажется неожиданно низкой, так как именно с медициной большинство людей связывает свои надежды на здоровье. И действительно, с самого начала возникновения медицины как науки она была ориентирована на здоровье и предупреждение болезней. Однако по мере развития цивилизации и более широкого распространения заболеваний медицина во все большей степени стала специализироваться на лечении болезней и все меньше уделять внимания здоровью. Такой подход обусловлен прежде всего тем, что о здоровье человек чаще всего вспоминает тогда, когда уже болен. Выздоровление же, естественно, он связывает именно с медициной. Однако при этом человек не задумывается над тем, что врач занимается не охраной здоровья, а лечением болезни.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что включает понятие «здоровье человека», предложенное Всемирной организацией здравоохранения?
2. Какие компоненты среды включает понятие «окружающая среда»?
3. Дайте характеристику природных элементов окружающей среды.
4. Дайте характеристику социальных элементов окружающей среды.
5. Что понимают под комбинированным и комплексным действием факторов окружающей среды?
6. Как влияют на здоровье человека условия и образ жизни?
7. Охарактеризуйте техногенные факторы окружающей среды и их негативное влияние на здоровье человека.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

*Выберите **один** правильный ответ.*

1. КАТЕГОРИЯ «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА», СОГЛАСНО ФЕДЕРАЛЬНОМУ ЗАКОНУ «ОБ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ», ВКЛЮЧАЕТ
 - 1) компоненты природной среды
 - 2) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов
 - 3) антропогенные объекты
 - 4) природные и антропогенные объекты
2. К ПРИРОДНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТНОСЯТСЯ
 - 1) биологические, химические, механические и физические факторы
 - 2) социально-экономические факторы
 - 3) условия труда и быта
 - 4) информационные ресурсы
3. ФАКТОР, ОКАЗЫВАЮЩИЙ НАИБОЛЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
 - 1) здравоохранение
 - 2) условия и образ жизни
 - 3) генетика
 - 4) внешняя среда

4. ФАКТОР, ОКАЗЫВАЮЩИЙ НАИМЕНЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
 - 1) здравоохранение
 - 2) условия и образ жизни
 - 3) генетика
 - 4) внешняя среда

5. УСКОРЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ИЛИ ЧАСТЕЙ ОРГАНИЗМА ПО СРАВНЕНИЮ С НЕКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМОЙ
 - 1) адаптация
 - 2) аллергия
 - 3) акселерация
 - 4) хромосомные аномалии

6. К ФАКТОРАМ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА, ОКАЗЫВАЮЩИМ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, ОТНОСЯТСЯ
 - 1) нерациональное питание
 - 2) генетика (биология)
 - 3) условия и образ жизни
 - 4) химическое и физическое загрязнение окружающей среды

7. К ФИЗИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ОКАЗЫВАЮЩИМ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, ОТНОСЯТСЯ
 - 1) автомобильный транспорт
 - 2) стоки промышленных предприятий
 - 3) атомные электростанции
 - 4) электромагнитные излучения

8. К ХИМИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ОКАЗЫВАЮЩИМ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА, ОТНОСЯТСЯ
 - 1) вибрация
 - 2) пестициды и минеральные удобрения
 - 3) радиоактивное излучение
 - 4) электрический ток

9. ОСНОВНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ
 - 1) культура питания, культура движения и культура эмоций
 - 2) занятия спортом и отказ от курения
 - 3) рациональное питание и отказ от спиртных напитков
 - 4) рациональное питание и положительные эмоции

10. УВЕЛИЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЛЮДЕЙ С ИЗБЫТОЧНЫМ ВЕСОМ ОТНОСИТСЯ К

- 1) социальным факторам
- 2) физическим факторам
- 3) химическим факторам
- 4) генетическим факторам

Тема 2. Экология жилища

Цель: сформировать понятия о жилище, жилой (бытовой) среде, ее загрязнителях и способах очистки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Понятия «жилище» и «бытовая среда».
2. Условия гармоничного и комфортабельного интерьера.
3. Микроклимат жилища.
4. Воздух в жилище и его загрязнители.
5. Питьевая вода и ее очистка.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Жилище — сооружение, место, в котором обитают люди или животные. Обычно жилище служит для укрытия от неблагоприятной погоды, для сна, выращивания потомства, хранения припасов, отдыха. Внешний вид, материал для стен и внутреннее строение жилищ весьма разнообразны (материалом может быть дерево, брезент, камень, бетон, земля, кирпич, сталь, а также стекло, кость или снег).

Люди используют жилище со времён первобытно-общинного строя. Первоначально это были различные пещеры, гроты и пр. Поскольку естественные обиталища не могли удовлетворить всем нуждам древних людей, началось их обустройство, люди сооружали жилища для защиты от непогоды, зверей, врагов. Со временем совершенствовались технологии строительства и использовались новые материалы.

В жилище человек проводит 80–90 % своего времени. Жилище — это не только укрытие от неблагоприятных воздействий природы, но и мощный фактор, воздействующий на человека и в значительной степени определяющий состояние его здоровья.

В своем доме человек стремится обрести уют, комфорт и защиту от стрессов. Однако современное жилье никак не способствует здоровому образу жизни. В современном городе человек оказывается всё более изолированным от естественной среды обитания и всё более подверженным разнообразным вредным воздействиям, влияющим на его физическое и психическое здоровье.

Понятие жилища, по определению ВОЗ, не ограничивается стенами здания, но включает и придомовую территорию, микрорайон, жилой район со всеми учреждениями обслуживания.

Жилая (бытовая) среда — это совокупность условий и факторов, позволяющих человеку на территории населенных мест осуществлять свою непроеизводственную деятельность.

Тесная взаимосвязь и взаимозависимость внутрижилищной и городской среды предопределяет необходимость при решении проблем экологической оптимизации жилища рассмотрения системы «человек — жилая ячейка — здание — микрорайон — жилой район города» как единого комплекса, получившего наименование жилой (бытовой) среды.

Для жилой среды характерны следующие свойства:

- искусственность, т.е. определяющую роль в создании бытовой среды играет целенаправленная деятельность человека;
- расширение сферы потребностей, удовлетворяющихся в созданной бытовой среде. К таким потребностям относятся: учеба, образование и самообразование, культурное развитие, развлечения, общение, оздоровительная деятельность, рекреация;
- создание новых сооружений, обеспечивающих удовлетворение современных и будущих потребностей людей;
- непрерывная изменчивость среды, порождающая новые проблемы безопасности;
- наличие позитивных (удобство, эстетическое наслаждение и др.) и негативных (шум, электромагнитные поля, вибрация и др.) факторов.

В настоящее время в понятие «жилая среда» включаются три иерархически взаимосвязанных уровня.

Первый уровень. Жилая среда — это дом, в котором живет человек. Но одно, не связанное с другими объектами города, здание не определяет состояния бытовой среды. Поэтому на первом уровне в качестве жилой среды рассматривается пространственно обособленный участок среды, образующий единый градостроительный комплекс: жилой дом, прилегающие улицы, скверы, учреждения общественного обслуживания. Первый уровень в городской застройке — это жилой квартал. В квартале можно сравнивать между собой отдельные дома по их качеству, расположению относительно магистралей, наличия остановок транспорта, магазинов, поликлиник, детских учреждений, степени озеленения и др.

Второй уровень. В качестве элементов в нем выступает совокупность градостроительных комплексов (микрорайон). Система второго уровня в целом — это территория, на которой, как правило, реализуется весь комплекс трудовых, рекреационных, потребительских связей населения. Критерием целостности является нали-

чие замкнутого цикла: труд — быт — отдых. Можно сравнивать микрорайоны по степени удаленности от центра, от производственных зон предприятий, от уровня благоустройства домов в них и др.

Третий уровень. Уровень городских агломераций, в котором отдельные населенные пункты можно сравнивать по уровню качества жилой среды, качеству воздуха, питьевой воды, наличию аэропортов, железнодорожного и речного либо морского транспорта, климатическим условиям и др.

Человек пытается приспособиться к жизни в любой среде: в сельской местности или в крупном городе.

Жилище для человека является своеобразной экологической нишей, с которой он неразрывно связан большую часть своей жизни. Активное участие в создании благоприятной жилой среды невозможно без элементарных знаний различных экологических факторов, воздействующих на человека в его жилище. К числу таких факторов следует отнести:

- интерьер жилища;
- микроклимат жилища;
- воздух в жилище и методы его очистки;
- состав питьевой воды и методы ее очистки;
- этажность жилых зданий;
- электробытовая техника и ее эксплуатация;
- средства бытовой химии;
- строительные и отделочные материалы;
- физические факторы.

Интерьер жилища и его влияние на человека

Уютный, комфортный вид жилого помещения благоприятно действует на душевное состояние человека, создает хорошее настроение.

Важнейшую роль в организации интерьера играют его планировка, освещение и цветовая гамма жилища. Необходимые условия комфортабельности интерьера — удобство и красота. Основными средствами благоустройства интерьера жилого дома в быту являются оборудование, оснащение бытовыми приборами и машинами, меблировка. Все элементы интерьера должны красиво сочетаться друг с другом, а весь интерьер в целом — быть гармоничным и выразительным. Следует заранее продумать вопросы благоустройства жилья, чтобы решить, какие именно вещи понадобятся, где и как они будут размещены, каковы должны быть их размеры, устройство, отделка и цвет.

Цвет в интерьере

Цвет — один из основных факторов интерьера, воздействующих на настроение и самочувствие человека в жилище. Издавна подмечено, что, например, обилие красного цвета вызывает голов-

ную боль, утомляет, а зеленый успокаивает; темно-серый и черный вызывают сонливость, подавленность; оранжевый и желтый бодрят.

Эти свойства цветов необходимо учитывать при создании интерьера жилой комнаты. Если правильно подобрать цвета, то темную комнату можно сделать намного светлее, например, желтый цвет создаст впечатление освещенности помещения солнечным светом.

Цвет может влиять и на ощущение пространства. Художники считают, что «холодные» краски (голубая, светло-зеленая) способствуют ощущению большего простора, чем красная или коричневая. Они как бы «раздвигают» стены и делают помещение свободнее, а комната, окрашенная, например, в коричневый или терракотовый цвет, как бы уменьшается в объеме. Можно изменить впечатление и о высоте помещения, окрасив стены не до самого потолка, а оставшуюся верхнюю часть стены и потолок выкрасить в один цвет, причем не обязательно в белый, можно в кремовый, желтый, голубой.

Красный цвет вызывает ощущение тепла, он действует возбуждающе на психику, как бы «подхлестывает» эмоции, но быстро утомляет. Красный цвет вызывает и отчетливую физиологическую реакцию: под его воздействием возрастает мускульное напряжение, повышается давление крови, ритм дыхания учащается.

Освещение

Добиться комфорта и уюта в жилище невозможно без продуманного освещения. Особое гигиеническое значение имеет влияние света на орган зрения. При низкой освещенности быстро наступает зрительное утомление, снижается общая работоспособность, поэтому гигиеническое нормирование уровней освещенности устанавливается в соответствии с физиологическими особенностями зрительного анализатора.

Руководствуясь критериями экологической безопасности и строительными нормами и правилами, следует обеспечить жилые комнаты непрерывной инсоляцией.

Одновременно следует руководствоваться и таким показателем, как коэффициент естественной освещенности, который показывает отношение площади световой поверхности окон к площади пола. КЕО изменяется в зависимости от свето-климатической зоны и географической широты. Согласно СНиП, этот коэффициент должен быть не менее 0,5, причем минимальное отношение площади окон к площади комнат и кухонь — не менее 1:8.

Очень важный вопрос, особенно в северных районах, — это искусственное освещение:

Потребительский рынок предлагает сегодня лампы освещения различной стоимости. При этом их потребительские и технологические свойства также существенно отличаются друг от друга.

Различают несколько видов ламп освещения:

- лампы накаливания;
- люминесцентные лампы;
- галогенные лампы;
- светодиодные светильники.

Особое внимание заслуживает такой вид освещения, как *светодиодное*. При растущих ценах на электроэнергию лампы накаливания системы Эдисона больше не могут конкурировать на рынке освещения. Однако заменившие их люминесцентные светильники тоже не являются идеалом экономичности. Их надежность и экологичность вообще не выдерживают никакой критики. Совершенно другое дело — лампы на основе LED (светодиодные лампы).

Преимущество светодиодов

В России светодиодное освещение получило распространение всего несколько лет назад, однако оно уже зарекомендовало себя как надежный, долговечный и экологически чистый источник света.

Вот несколько фактов. Лампа накаливания производит всего 5 % света от потребляемого ею электричества, остальное уходит на прогрев воздуха в помещении. Появившиеся в первой половине XX века люминесцентные лампы производят всего 25 % света, а оставшаяся энергия уходит на прогрев и систему контроля тока. Светодиод же преобразует в свет 90 % потребляемого тока. Достижение белого света в диодах достигается преобразованием из других спектров, в результате усложнения технологии стоимость такой лампы выше, чем лампы накаливания. Этот недостаток компенсируется сроком службы — до 40 000 часов. Для сравнения, сроки службы лампы накаливания около 1000 часов, люминесцентной — 15 000. Другим аргументом в пользу светодиодных ламп по сравнению с люминесцентными лампами является их экологичность.

Светодиодные лампы освещения отличаются прочностью, они не нагреваются и, как следствие, — пожаробезопасны, не содержат токсичных веществ и поэтому не требуют специальной утилизации. И цена их, при учете КПД порядка 90 %, весьма приемлема.

Расход электроэнергии в мире увеличивается ежедневно, а резервы энергоносителей ограничены, поэтому светодиод может послужить одним из вариантов преодоления энергетического кризиса.

Микроклимат жилища и его воздействие на здоровье человека

Микроклимат и неразрывно связанные с ним комфортные, экологически безопасные условия жизни человека в жилище формируются за счет теплового режима, относительной влажности и подвижности воздуха.

Формирование микроклимата зависит от многих причин: свойств строительных материалов, особенностей планировки помещений,

климатических условий данной местности, режимов работы вентиляции и отопления и др.

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП), необходимо, чтобы температура в жилых помещениях была не ниже 18 °С, а в угловых комнатах — 20 °С. При этом относительная влажность воздуха может колебаться от 30 до 60 %, а его подвижность — от 0,1 до 1,15 м/с. Если при нормальной температуре влажность в помещении колеблется в указанных пределах, то она не сказывается отрицательно на самочувствии. Если же в помещении сыро, то в первую очередь это обусловлено дефектами в отопительной системе или водопроводной сети. Причиной сырости нередко бывает чрезмерное количество комнатных растений, нерегулярное и кратковременное проветривание комнат.

Сочетание высокой влажности как с теплым, так и с холодным воздухом неблагоприятно влияет на тепловое состояние человека. Большая относительная влажность при высокой температуре создает тепловой дискомфорт, затрудняет теплоотдачу. В то же время, чрезмерно сухой воздух также небезопасен для жизнедеятельности организма человека, так как он ухудшает функциональные способности верхних дыхательных путей. Оптимальной в помещениях считается влажность воздуха равная 45 %.

В последние годы в центре внимания специалистов строительной отрасли всего мира находятся и связаны между собой две проблемы. Это энергосбережение и качество микроклимата. Действительно, микроклимат помещения характеризуется температурой внутреннего воздуха, температурой внутренних поверхностей ограждающих конструкций и качеством внутреннего воздуха. Третья характеристика — качество воздуха в помещении — определяется величиной вентиляционного воздухообмена, которая также имеет энергетическое содержание.

Воздух в жилище и бытовые методы его очистки от загрязнений

Химический состав воздушной среды жилых помещений определяется газовым составом атмосферного воздуха и загрязнениями, характерными для этой категории воздушной среды.

К ним относятся:

– загрязнения антропогенного происхождения, токсичные вещества, выделяемые в воздух из полимерных строительных и отделочных материалов (фенол, формальдегид, стирол, трибутилфосфат и т.д.);

– загрязнения, вызванные сжиганием газа, стиркой, мытьем и приготовлением пищи.

Важной составляющей энергоэффективного дома является качественная приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая при-

ток свежего воздуха, насыщенного кислородом из окружающей среды. Входящий воздух попадает в приточную систему вентиляции, подогревается калориферами. В современных моделях систем вентиляции есть фильтры, которые очищают воздух от пыли и грязи, канальные глушители, подавляющие шум с улицы.

Возможный путь снижения затрат энергии на вентиляционный воздухообмен — это использование регулируемой вентиляции и утилизации теплоты удаляемого воздуха. Здесь имеют место следующие инновационные решения, которые сегодня привлекают внимание специалистов:

- Гидро-регулируемая вентиляция — регулирование воздухообмена в зависимости от режима эксплуатации помещений, определяемого по уровню влажности.

- Гибридная вентиляция — приток естественный, вытяжка механическая.

- Механическая вентиляция с утилизацией теплоты удаляемого воздуха.

- «Персональная» вентиляция — подача чистого воздуха в небольших количествах вблизи зоны дыхания каждого человека (предложение проф. П. Оле Фангера).

Основные загрязнители воздуха в жилище

К основным **газообразным** загрязнителям воздуха в жилище относятся следующие.

Асбест. Во многих развитых странах применение асбеста в жилищном строительстве категорически запрещено. Пыль асбеста при попадании в дыхательные пути является канцерогенным веществом. В нашей стране асбест продолжает использоваться в жилищном строительстве, хотя и более ограничено, чем раньше.

Бензол, этилбензол — высокотоксичные ароматические углеводороды, мигрируют во внутреннюю среду помещений из таких строительных и отделочных материалов, как линолеум, лаки, краски, мастики.

Ксилол, толуол — органические растворители, являются исходным продуктом для получения пластмасс, лаков, красок, клеящих веществ и др. Обнаруживаются в воздушной среде почти всех квартир.

Стирол — исходное вещество для производства синтетических полимеров. Пары стирола сильно раздражают глаза и слизистые оболочки, вызывают головную боль, тошноту, головокружение, спазмы, потерю сознания. Он обнаруживается в 80 % квартир. Основным источником стирола являются полистирольные теплоизоляционные пенопласты, облицовочный пластик, декоративные изделия, влагостойкие обои и другие материалы.

Фенол — простейший ароматический спирт, исходный продукт для производства синтетических смол и других химикатов, в том числе дезинфицирующих средств в медицине. Уровень загрязнения воздуха фенолом находится в прямой зависимости от насыщенности помещений полимерными материалами.

Наиболее опасными загрязнителями из этой группы являются формальдегид и радон.

Формальдегид применяют как исходный материал при изготовлении искусственных смол, связывающих вещество древесных и других материалов, в качестве отделочных средств в текстильной промышленности, дезинфицирующего средства, а также консерванта. Содержится в древесностружечных и древесноволокнистых плитах, фанере, пенопласте. Вызывает головные боли, тошноту, раздражает верхние дыхательные пути. Является потенциальным канцерогеном. Формальдегид — один из самых распространенных загрязнителей, его концентрации колеблются в пределах от 0,004 до 0,077 мг/м³ и часто превышают ПДК в зданиях до 8 раз. Наиболее высокое содержание формальдегида (0,062–0,077 мг/м³) обнаружено в помещениях с новой мебелью, изготовленной из древесностружечных плит.

Радон — это радиоактивный газ, который встречается в природе. Известно, что в большинстве случаев основная часть содержащегося в помещениях радона поступает в них из грунтового основания здания.

Радон попадает в здание через:

- трещины в основании пола по грунту;
- соединения конструкций;
- трещины в стенах подвалов;
- щели в междуэтажных перекрытиях;
- трещины в стенах;
- щели вокруг труб;
- воздушные прослойки в стенах.

Газ радон невозможно увидеть, почувствовать его запах и вкус. Известным эффектом воздействия радона является рак легкого.

При обследовании квартир и офисов в США, Англии, Швеции и иных странах были выявлены концентрации радона, превышающие предельно допустимые для работников урановых рудников. В соседних с нами странах — Швеции и Финляндии — были обнаружены дома с концентрацией радона в тысячи раз превышающие его содержание в наружном воздухе. К сожалению, в обществе существует недопонимание радоновой опасности или, во всяком случае, ее игнорирование как проблемы социального значения.

К газообразным загрязнителям воздуха в жилых помещениях также относятся следующие вещества.

Одоранты — пахучие вещества, часть из которых образуется в результате жизнедеятельности человека. Наибольшая концентрация одорантов наблюдается в вентиляционных выбросах и выбросах шахт мусоропроводов жилых зданий.

Угарный газ (оксид углерода) — образуется в результате неполного сгорания природного газа или твердого топлива (угля, торфа, дров) в условиях недостатка кислорода и низкой температуры. При вдыхании угарный газ блокирует поступление кислорода в кровь и вследствие этого вызывает головные боли, тошноту, а при более высоких концентрациях — смерть. При превышении концентрации угарного газа во вдыхаемом воздухе в объеме 14 мг/м^3 возрастает смертность от инфаркта миокарда.

Особенно высокая концентрация угарного газа наблюдается в жилых помещениях с печным отоплением с использованием твердого топлива при нарушении правил эксплуатации печей.

Табачный дым, представляющий собой смесь газов и аэрозолей, многие из которых являются сильнейшими канцерогенами, о чем свидетельствует тот факт, что среди курящих заболевания раком легких встречаются в 11 раз чаще, чем среди некурящих.

Помимо газообразных веществ, в воздухе помещений находится огромное число микроорганизмов, большая часть которых задерживается в легких человека, что может привести к различным заболеваниям. Находящиеся в воздухе микроскопические живые организмы (например, вирусы, споры грибов и клетки бактерий) обнаруживаются во всех помещениях.

Эти организмы присутствуют в воздухе в виде мелких частиц. Известно огромное количество различных видов плесени и бактерий.

К **биологическим** загрязнителям воздуха в жилище относятся следующие.

Плесень — обычно возникает в плохо вентилируемых жилых помещениях. Плесневые грибы распространяются за счет выброса в воздух миллионов крошечных спор.

Плесневые грибы активно размножаются при комнатной температуре в условиях повышенной влажности и неэффективной вентиляции на многих материалах и покрытиях, используемых внутри помещения, включая бетон, штукатурку, дерево, пластики, резину, окрашенные поверхности, и т.д. Неблагоприятное воздействие плесени на организм человека проявляется в головокружении, головных болях, трудно диагностируемых и плохо поддающихся лечению аллергических заболеваниях кожи и дыхательных путей. Следует отметить, что подвержены опасности заболеваний прежде всего дети, пожилые люди и люди с ослабленным иммунитетом.

Аспергилл — род плесневых грибов. Существует около 160 видов аспергилл. Многие аспергиллы образуют плесени (зеленые,

черные) на пищевых продуктах, вызывают разрушение промышленных изделий (ткани, кожи, пластмассы), ускоряют коррозию металлов.

Аспергиллез — заболевание, вызываемое грибами рода *Aspergillus*. К заболеванию ведет вдыхание большого количества спор аспергилл. Для аллергического бронхиального аспергиллеза характерны лихорадка, сильный кашель. Течение может быть длительным с повторными обострениями и развитием тяжелой бронхиальной астмы.

Бактерии легионеллы были впервые описаны в 1976 году в Филадельфии как болезнь легионеров. В гостинице, где происходил съезд Американского легиона, возникла вспышка пневмонии. Специалисты из Центра по контролю заболеваемости обнаружили в легких умерших ее возбудителя — грамотрицательную аэробную бактерию, названную *Legionella pneumophila*. Легионеллы широко распространены во всем мире, это часть флоры многих водоемов, как естественных, так и искусственных.

Бактерии легионеллы найдены в обычной теплой водопроводной воде и ваннах-джакузи в спа-салонах. Опасным разносчиком бактерии легионеллы в жилых помещениях могут являться системы кондиционирования воздуха в тех частях, где вода в установке кондиционирования контактирует с приточным воздухом. Для того чтобы человек заразился, ему достаточно вдохнуть возбудителя, находящегося в водном аэрозоле душа, потоке воздуха из кондиционера, из различных фонтанов и фонтанчиков.

Сальмонелла — род кишечных палочковидных бактерий. Многие из разновидностей патогенны, являются возбудителями брюшного тифа. Сальмонеллез — это заболевание, вызываемое микроорганизмами из рода сальмонелл. Заболевание сальмонеллезом чаще возникает в результате употребления зараженных возбудителями мяса и мясных продуктов. Кроме того, сальмонеллы могут попадать в пищу при использовании загрязненной воды и посуды. Попадание возбудителей сальмонеллеза в организм человека вызывает повышение температуры, озноб, боли в животе.

Очень важный вопрос в плане экологии жилища — **пыль**.

Источники пыли:

- наиболее важный источник пыли — почва;
- на втором месте — океаны, выбрасывающие в воздух маленькие кристаллы солей;
- третий по значению источник пыли — вулканы. Они дают самые крупные пылевые частицы. Знаменитое извержение вулкана Кракатау 26–28 августа 1883 года (см. «Наука и жизнь» № 7 1984г.) выбросило в атмосферу более 18 куб. км измельченных горных пород, причем часть этой массы поднялась на высоту до 40–50 км.

Через три месяца пыль из Индонезии, где находится вулкан, долетела до Европы, и еще в течение трех лет дневной свет на всей земле был тусклее обычного. По разным подсчетам в данный момент на Земле насчитывается от 1000 до 1500 активных вулканов;

– важный источник пыли для всего земного шара — пустыня Сахара (см. «Наука и жизнь» № 2, 1985 г.). Дожди с розовой пылью, принесенные ветром из Сахары, выпадают и в Англии, и во Флориде. Пыль из Сахары окрашивает снега на горах Центральной Америки. Ветер ежегодно поднимает в этой самой крупной пустыне мира от 60 до 200 миллионов тонн пыли. Образцы всех этих видов пыли имеются в любой квартире. Здесь есть даже внеземная пыль, происходящая главным образом от комет и метеоритов, которая ежегодно увеличивает массу Земли на 10 тонн;

– чешуйки кожи. Семья из трех человек производит около 1 кг пыли в месяц. В пыль входят частички омертвевшей человеческой кожи. В среднем человек сбрасывает до 450 г. кожи в год. Эта мертвая ткань собирается на полу, в кроватях и в мягкой мебели и является основной пищей для пылевых клещей и плесневых грибов. Постоянная уборка в жилище сокращает количество пищи для этих насекомых и пагубно сказывается на их размножении. Омертвевшие клетки кожи человека, входящие в состав пыли, легко убираются всеми пылесосами, оснащенными бумажными пылесборниками;

– песок и жир. Вместе с обувью мы ежедневно приносим в свой дом грязь с улицы, которая, как правило, является смесью песка и природных жиров и входит в состав пыли. Когда в волокнах ковра или ковровина собирается песок, который в тоже время приводится в движение ходящим по ковру человеком, то происходит эффект срезания волокон, приводящий к «лысению» ковра. Даже твердые покрытия могут быть разрушены под воздействием грязи песковой природы, так как песок — это смесь мелких частичек камней с острыми как у стекла краями. Жиры — это естественные загрязнители, а также из-за своей вязкости они связывают другой различный мусор, препятствуя его уборке;

– пыльца. Гранулы пыльцы входят в состав пыли. Они появляются в помещениях благодаря цветущим растениям и часто вызывают аллергическую реакцию, например сенную лихорадку.

Несмотря на то, что эти аллергические реакции, как правило, происходят на улице, в наших домах пыльца может собираться на полу при нерегулярных уборках и очень неблагоприятно воздействовать на человека. Учитывая тот факт, что в среднем в России у каждого третьего человека появляется аллергия на пыльцу растений, то эта проблема становится еще более серьезной. Для пыльцы постоянные тканевые пылесборники являются абсолютно прозрачными и, не задерживаясь в пылесосе, пыльца надолго зависает в

воздухе. Бумажные пылесборники в комплекте с микрофильтром являются надежным барьером на пути микро пыли и гарантируют чистоту воздуха в помещении;

– шерсть домашних животных. Уборка шерсти собак и кошек с ковров и ковровина может быть весьма трудной задачей. Шерсть домашних животных служит пищей для пылевых клещей, а так же может являться причиной аллергии и астмы;

– клещи, живущие в пыли, и отходы их жизнедеятельности. В состав пыли входят пылевые клещи. Это насекомые, которые обитают в коврах, на мягкой мебели и в постелях. Питаются они органическими составляющими пыли, шерстью и частичками кожи. Сами они безопасны для человека, так как слишком малы и поэтому не могут его укусить, но их экскременты могут также вызывать аллергические реакции. Бумажный пылесборник значительно снижает риск возникновения аллергических реакций, поскольку благодаря своей многослойности непроницаем для выделений пылевых клещей;

– плесневый грибок. Плесень обычно присутствует в воздухе, но она также входит в состав домашней пыли, размножаясь на чешуйках отмершей кожи. Некоторые типы плесени могут вызывать отравление своими спорами при их вдыхании. Поэтому очень важно удалять пыль постоянно, надежно удерживая ее в пылесосе, используя непреодолимый для пыли бумажный пылесборник.

Основные способы снижения уровня загрязнения воздуха в жилых помещениях

Традиционным и эффективным способом снижения уровня загрязнения воздуха в жилище остается периодическое проветривание.

Необходимо также стремиться сократить число источников загрязнителей, в том числе:

- по возможности максимально отказаться от асбестосодержащих материалов, древесностружечных плит;
- не злоупотреблять лакокрасочными покрытиями, содержащими растворители типа ацетона, бензола, толуола; соблюдать правила эксплуатации газовых и печных отопительных приборов;
- хранить предметы бытовой химии в нежилых помещениях (на лоджиях, в сараях и т.д.), если это сделать невозможно, то хранить только герметично закрытыми;
- при индивидуальном строительстве, строительстве дач, садовых домиков предусматривать хорошую вентиляцию воздуха под домом и изоляцию пола с целью уменьшения проникновения в дом радона.

К современным методам очистки воздуха в жилых помещениях от загрязнений с использованием технических средств относятся *кондиционирование, озонирование и фильтрация*.

Естественным и одним из эффективных факторов, способствующих снижению уровня загрязнения воздуха в жилых помещениях, а также повышению концентрации кислорода и влажности, являются *комнатные растения*.

Кроме того, известно, что запахи растений могут в значительной степени влиять на настроение человека, его работоспособность.

Современные дизайнеры интерьеров используют зелёные растения не только для украшения помещений, но и для оздоровления воздушной среды, так как они выделяют в воздух летучие вещества, которые даже в незначительных концентрациях способны не только очищать воздух от вредных микроорганизмов, но и улучшать самочувствие людей.

Азалия лучше всех впитывает аммиак, который содержится в средствах для мытья посуды и во многих других средствах бытовой химии. Азалия идеальна для кухонь и туалетов.

Хризантема абсорбирует трихлорэтилен — вещество, содержащееся в красках и растворителях. Если вы не использовали краски на экологически чистой основе, то в свежеевыкрашенную комнату следовало бы поставить именно этот цветок.

Фикус известен как поглотитель формальдегида, источники которого находятся в доме почти повсюду — в изоляционных прокладках, в обойных клеях, почти во всех современных упаковочных материалах. Фикус подходит для всех типов помещений.

Филодендрон впитывает пентахлорфенол, содержащийся в отходах древесного производства. У этого растения есть также и другое не менее важное достоинство — благодаря своим крупным широким листьям, он одновременно увлажняет воздух помещения.

Хлорофитум лидирует по своим поглощающим качествам: он устраняет формальдегид и угарный газ, делая воздух квартиры более свежим и менее аллергенным. Его также можно ставить в любое место квартиры.

Плющ лучше всего справляется с бензолом — растворителем, часто встречающимся в красках, чернилах и моющих средствах. Его можно разместить на кухне и в коридоре.

Состав питьевой воды и бытовые методы ее очистки от загрязнителей

Вода, как и воздух, является важнейшим фактором окружающей среды, оказывающим многообразное влияние на все процессы жизнедеятельности организма человека, его работоспособность и заболеваемость.

Особое значение питьевая вода приобретает в индивидуальном жилище. Она служит основным источником поступления воды в организм человека. Суточный баланс воды в человеческом организме составляет около 2,5 л. Кроме того, значительное количество воды расходуется на поддержание надлежащего санитарного состояния тела человека, предметов обихода, жилища и т.п.

Безвредность воды обеспечивается регламентацией содержания в ней химических веществ, встречающихся в природных водах и добавляемых в процессе обработки на водопроводных станциях, а также предельно допустимых концентраций веществ, появляющихся в результате промышленного, сельскохозяйственного или иного загрязнения источников водоснабжения.

Питьевая вода должна быть прозрачной, чистой, прохладной, без всякого запаха или привкуса. Питьевая вода должна быть безопасна в отношении вредных соединений, а также возбудителей заболеваний.

В городах водопроводная питьевая вода подвергается нескольким стадиям очистки, но, несмотря на относительно тщательную очистку питьевой воды на очистных станциях, в последние годы широкое распространение нашли бытовые очистители воды отечественного или зарубежного производства. В зависимости от технических характеристик они в значительной степени позволяют осуществлять дополнительную очистку питьевой воды от вредных примесей химического и биологического происхождения.

В Российской Федерации качество питьевой воды должно удовлетворять определенным требованиям, установленным СанПиН 2.1.4.10749-01 «Питьевая вода». В Европейском Союзе (ЕС) нормы определяет директива «По качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком» 98/83/ЕС. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) устанавливает требования к качеству воды в «Руководстве по контролю качества питьевой воды 1992 г.». Также существуют нормы Агентства по охране окружающей среды США (US EPA). В нормах присутствуют незначительные отличия по некоторым показателям. Присутствие неорганических, органических, биологических загрязнений, а также повышенное содержание нетоксичных солей в количествах, превышающих указанные в представленных требованиях, приводит к развитию различных заболеваний.

Основные требования к питьевой воде заключаются в том, что она должна иметь благоприятные органолептические показатели, быть безвредной по своему химическому составу и безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении. Перед подачей воды в распределительные сети, в точках водозабора, наружной и внутренней водопроводных сетях качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам.

Жилые здания повышенной этажности и их воздействие на здоровье человека

Особого внимания заслуживает проблема экологической безопасности человека в жилых зданиях повышенной этажности, поскольку в них влияние неблагоприятных факторов внешней природной и внутренней среды проявляется особенно остро. Многоэтажные здания характеризуются такими показателями, как нестабильный воздухообмен, недостаточная вентиляция, неравномерность нагрева помещений на верхних и нижних этажах, высокая концентрация загрязнений, поступающих из внешней среды.

По мнению некоторых авторов, здания повышенной этажности являются концентрированным источником загрязнения природной среды мусором и антропоксинами. Загрязненность воздушной среды в таких зданиях в 2–4 раза выше, чем загрязненность атмосферного воздуха. Загрязнения, которые попадают в окружающую природную среду от отдельного 12-этажного дома на прилегающую территорию, сопоставимы с загрязнениями от работающего легкового автомобиля.

Исходя из архитектурных, эстетически-планировочных соображений, здания повышенной этажности размещают вдоль транспортных магистралей, в центре городов, в условиях высокого уровня шума и промышленных выбросов в атмосферу. При использовании шумозащитных типов домов повышенной этажности ухудшаются возможности воздухообмена в квартирах в этих зданиях, что негативно отражается на показателях внутренней воздушной среды.

В связи с развитием в последние годы строительства жилых зданий по индивидуальным проектам в городах Российской Федерации, особенно в крупных административно-территориальных образованиях, вновь стали применяться природные (лесные и каменные) строительные материалы взамен искусственных, увеличиваться площадь и кубатура квартир (в том числе стали создаваться квартиры в двух уровнях), появились ориентированные (в зависимости от направления дискомфортных воздействий) типы шумо-, ветро- и пылезащитных зданий, что способствует улучшению микроклиматических показателей в помещениях и показателей экологической безопасности зданий.

Электробытовая техника и ее безопасная эксплуатация

Современный быт интенсивно насыщен техникой, среди которой наибольшее применение получили электроприборы различного назначения (холодильники, телевизоры, электроплиты, электронагреватели, стиральные машины, пылесосы, электромясорубки, соковыжималки, миксеры и т.п.), неразрывно связанные с таким фактором риска, как электрический ток. Кроме того, некоторые элек-

троприборы являются источниками шума, вибрации, повышения температуры воздуха, электромагнитных излучений различного диапазона, что при определенных обстоятельствах также может стать фактором риска для здоровья человека. И, наконец, электроприборы при неправильной эксплуатации могут стать причиной возгорания.

Препараты бытовой химии и их безопасное использование

Нам ежедневно приходится иметь дело с товарами бытовой химии, которые классифицируются *по назначению*: моющие средства, чистящие средства, дезинфицирующие средства, средства по уходу за мебелью и полом, для борьбы с бытовыми насекомыми и защиты растений, клеи, лакокрасочные материалы. *По степени опасности* их можно разделить на 3 группы: безопасные, ядовитые, пожароопасные.

Строительные и отделочные материалы и их воздействие на здоровье человека

В настоящее время безопасность искусственной среды — места, где множество людей проводит большую часть своей жизни, — приобретает большую актуальность. Вот уже около 30 лет в мире существует такое понятие, как «синдром больных зданий» (sick building syndrome — SBS), который был принят Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) еще в 1982 году. В 1984 году был опубликован первый доклад ВОЗ о том, что около 30 % зданий во всем мире могут быть причиной жалоб на самочувствие. В исследовании отмечалось, что причиной недомоганий может быть микроклимат помещений и плохое качество воздуха. Исследования ВОЗ отмечают, что есть некоторые общие характеристики зданий, в которых наиболее часто проявляется данный синдром. Как правило, эти здания построены в 1960-х годах или позднее, практически во всех есть кондиционеры и мерцающее искусственное освещение, в помещениях избыток мебели, а в воздухе много пыли.

Термин «синдром больного здания» (СБЗ) используется для описания ситуаций, при которых длительное пребывание людей в определенном здании приводит к различным недомоганиям, но при этом нет объективных причин для заболеваний и не обнаруживается какая-либо конкретная болезнь.

В строительстве в последнее время все отчетливее проявляется тенденция к химизации технологических процессов, использованию в качестве добавок к строительным материалам, будь то бетон, кирпич, железобетон, керамика, лаки, краски и прочие, отходов металлургической и химической промышленности.

Сегодня в России экологической безопасности строительных и отделочных материалов уделяется самое пристальное внимание,

конечно, насколько это возможно в условиях интенсивно растущей строительной отрасли. В соответствии с современными представлениями материал можно назвать экологически чистым, если он:

- не выделяет токсичных и раздражающих веществ;
- имеет минимальную естественную радиоактивность;
- производится по технологиям, оказывающим минимальный вред окружающей среде и персоналу предприятия;
- перерабатывается и повторно используется;
- при вторичном использовании не становится опасным для здоровья и окружающей среды.

Для каждого из перечисленных параметров разработаны определенные нормативы, которые по всему миру с течением времени ужесточаются. Особенно заметен этот процесс в странах Западной Европы и США. Особое значение имеет установление предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных и раздражающих веществ, находящихся в атмосфере жилых помещений.

В настоящее время качество сырья для производства строительных материалов и самих строительных материалов, определяемое СНиПами, ГОСТами и ТУ, в основном оценивается по технологическим и техническим характеристикам. Лишь небольшая доля отдельных гигиенических требований, касающихся охраны труда и транспортировки, включена в виде показателей, практически не позволяющих оценить степень их опасности для здоровья населения.

Для комплексной экологической оценки материалов необходимо знать весь комплекс отрицательных свойств и их влияние на здоровье человека, то есть гигиеническую безопасность материала на всех стадиях его жизненного цикла, прежде всего на стадии его эксплуатации, так как от выбора материала для интерьера зависит не только безопасность жилья, но и его комфорт.

Влияние отдельных групп материалов на здоровье человека

Стеновые материалы. Считается, что стеновые материалы из минералов (натуральный и искусственный камень, бетон) абсолютно безопасны. Однако радиоактивные компоненты могут содержаться в сырье, которое используют при изготовлении строительных материалов. Это изотопы калия, уран, торий. Различные породы содержат различное количество этих веществ, но абсолютно неизлучающих материалов нет. Радиационный фон минералов зависит от месторождения, а также от наличия вблизи источников сырья техногенных объектов, представляющих собой источники повышенной радиации. Самыми опасным материалом является природный камень и материалы на основе вяжущих — бетоны. Если расположить стеновые материалы по величине получаемой человеком за год дозы радиации в порядке убывания, то первыми окажутся бетоны (70–100 мбэр), затем кирпич (50–100 мбэр), при этом глиняный кирпич

излучает больше. Самое слабое излучение имеет древесина — 30–50 мбэр.

При использовании строительных материалов из природного сырья нужно учитывать содержание тяжелых металлов и радиоактивность.

Отделочные материалы. К кафелю и керамической плитке можно отнести все, что сказано о стеновых материалах. Кафель к тому же покрывается глазурью, в состав которой входит, например, силикат циркония.

Виниловые обои могут быть «плоскими» и вспененными. Они представляют собой основу (бумага или флизелин), на которую нанесен слой поливинилхлорида (ПВХ), популярного в производстве полимера, устойчивого к агрессивным воздействиям. При изготовлении полимеров используют пластификаторы, которые токсичны в большей или меньшей степени. Полимеры сами по себе нейтральны, но в любом полимере содержится остаточное количество мономеров — молекул, из которых и состоят цепи. Именно мономеры представляют наибольшую опасность. При старении материала (в данном случае обоев) из него мигрируют пластификаторы, увлекая за собой и мономеры. Они могут оказывать различные виды воздействия на живые организмы. В зависимости от вида полимера, он может оказывать аллергенное, сенсибилизирующее (повышение чувствительности, ведущее к аллергии), канцерогенное (вызывающее раковые заболевания) и радиомиметическое (усиливающее действие излучения) воздействие. Упомянем и такой материал как пенополистерол, активно применяемый сейчас для несъемных ограждающих конструкций при монолитном строительстве, а также в качестве утеплителя. Производители заявляют о его полной безопасности, но, как и все полимеры, он имеет в составе остаточный мономер, который способен мигрировать из материала в окружающую среду. К тому же в соответствии с требованиями пожарной безопасности в полимеры добавляют специальные присадки, препятствующие горению, которые также ядовиты для живых существ.

Краски и лаки. Можно сказать лишь то, что любые органические растворители обладают токсическим действием, поэтому самыми безопасными являются краски на водной основе. Цвет краскам придают пигменты, в качестве которых могут использоваться соли тяжелых металлов.

Физические факторы

Физические факторы, воздействующие на человека внутри жилых помещений, помимо параметров микроклимата включают также вибрацию, шум, инсоляцию, электромагнитные поля и радиационный фон. О воздействии таких физических факторов, как шум, вибрация, освещение уже упоминалось выше. По мнению экспертов

ВОЗ, одной из наиболее значимых проблем во внутренней среде жилых помещений является воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).

Загрязнение ЭМИ в настоящее время достигло таких величин, что данный фактор стал весьма ощутимым для состояния здоровья населения. Повышенный уровень ЭМИ приводит к снижению иммунитета организма, увеличению заболеваемости органов дыхания, кожи, дегенерации сетчатки глаза, увеличению тяжести течения беременности и продолжительности патологических процессов. Исследования последних лет свидетельствуют о причинной связи между ЭМИ и развитием злокачественных опухолей. Человек, живущий в городе, практически круглосуточно испытывает воздействие ЭМИ снаружи и внутри зданий.

Сочетание ЭМИ с химическими загрязнениями и радиационными факторами на фоне низкокалорийного питания для значительной части населения (пенсионеры, студенты, учащиеся) представляет собой реальную угрозу здоровью горожан.

Определенную экологическую опасность представляют бытовые электроприборы, работающие на промышленной частоте 50 Гц. Если жилые здания находятся возле передающих радио- и телестанций, то внешнее ЭМИ будет накладываться на «бытовое» электромагнитное поле. По мнению ряда специалистов, электромагнитное излучение катализирует злокачественные образования.

Широкое применение электризирующих полимерных материалов в строительстве и при изготовлении мебели и других предметов домашнего обихода привело к увеличению выраженности статической электризации и статических электрических полей в окружающей среде. Доказано, что статическое электрическое поле является биологически активным фактором среды.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что, по определению Всемирной организации здравоохранения, понимается под жилищем? Дайте определение жилой (бытовой) среды.
2. Дайте характеристику уровней «жилой среды».
3. Назовите экологические факторы, воздействующие на человека в его жилище.
4. Охарактеризуйте влияние цвета и освещения в интерьере на здоровье человека.
5. Какие параметры среды обеспечивают комфортный микроклимат в жилище?
6. Из чего состоит воздух в жилых помещениях? Назовите основные загрязнители воздуха в жилых помещениях.

7. Охарактеризуйте качество питьевой воды и методы ее очистки в жилищной среде.
8. Какое влияние на здоровье человека оказывают жилые здания повышенной этажности?
9. Охарактеризуйте влияние на здоровье человека в жилище электробытовой техники, препаратов бытовой химии, строительных отделочных материалов.
10. Охарактеризуйте влияние физических факторов (вибрация, шум, инсоляция, электромагнитное поле и т.д.) на здоровье человека в жилище.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

*Выберите **один** правильный ответ.*

1. СОВОКУПНОСТЬ УСЛОВИЙ И ФАКТОРОВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ЧЕЛОВЕКУ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ СВОЮ НЕПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, — ЭТО
 - 1) жилище
 - 2) жилая (бытовая) среда
 - 3) сельская местность
 - 4) городской микрорайон
2. САМЫЙ ЭКОЛОГИЧНЫЙ И ПРЕВОСХОДЯЩИЙ ПО МНОГИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ИСТОЧНИК ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ
 - 1) лампа накаливания
 - 2) светодиодная лампа
 - 3) люминесцентная лампа
 - 4) галогенная лампа
3. ОСНОВНЫМИ АНТРОПОГЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА (СО₂) ЯВЛЯЕТСЯ
 - 1) сжигание ископаемого топлива
 - 2) производство удобрений
 - 3) гниение на свалках
 - 4) вырубка лесов
4. ПОКАЗАТЕЛИ, ФОРМИРУЮЩИЕ МИКРОКЛИМАТ ЖИЛИЩА, — ЭТО
 - 1) планировка и освещение
 - 2) цветовая гамма жилища и меблировка
 - 3) качественная приточно-вытяжная вентиляция
 - 4) тепловой режим, относительная влажность и подвижность воздуха

5. НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЙ И ЧАЩЕ ДРУГИХ ВСТРЕЧАЮЩИЙСЯ ГАЗООБРАЗНЫЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ ВОЗДУХА В ЖИЛИЩ
- 1) одоранты
 - 2) этилбензол
 - 3) табачный дым
 - 4) формальдегид
6. ПЕРЕЧИСЛИТЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
- 1) химический состав, наличие взвешенных частиц, запах
 - 2) наличие примесей и взвешенных частиц, привкус, цветность
 - 3) запах, вкус, цветность, мутность
 - 4) концентрация химических веществ, температура, цветность
7. К БИОЛОГИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ ЖИЛИЩА ОТНОСЯТСЯ
- 1) пыль
 - 2) табачный дым, одоранты
 - 3) формальдегид, радон
 - 4) плесень, бактерии, вирусы
8. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ФАКТОР, СПОСОБСТВУЮЩИЙ СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ, А ТАКЖЕ ПОВЫШЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА И ВЛАЖНОСТИ
- 1) кондиционирование
 - 2) комнатные растения
 - 3) фильтрация
 - 4) озонирование
9. НА КАКИЕ ГРУППЫ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ДЕЛЯТСЯ ПРЕПАРАТЫ БЫТОВОЙ ХИМИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В БЫТУ ДЛЯ ЧИСТКИ И УБОКИ
- 1) безопасные, ядовитые, пожароопасные
 - 2) безопасные и опасные
 - 3) ядовитые и пожароопасные
 - 4) дезинфицирующие и моющие
10. СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, ИМЕЮЩИЙ САМОЕ СЛАБОЕ РАДИОАКТИВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ
- 1) бетон
 - 2) кирпич
 - 3) древесина
 - 4) натуральный камень

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Тема 1. Санитарный контроль водоемов

Цель. Закрепить теоретические знания по организации контроля санитарного состояния водоемов при спуске в них сточных вод химико-фармацевтических предприятий. Освоить методы определения физических свойств, химических показателей качества воды водоемов при спуске в них сточных вод.

Научиться оценивать степень очистки сточных вод и санитарное состояние водоема на основании лабораторных исследований.

Задание для самостоятельной подготовки к занятию

Изучить организацию и методы контроля при проведении мероприятий по охране водоемов от загрязнения вредными веществами химико-фармацевтических производств.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Запасы и распределение водных ресурсов на земном шаре и в нашей стране.
2. Потребление воды в Российской Федерации.
3. Загрязнение водоисточников сточными водами предприятий химической и химико-фармацевтической промышленности. Масштабы и характер загрязнения.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водоемов и принципы их установления.
5. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения.
6. Физические свойства воды (температура, запах, цветность, мутность, прозрачность). Методы определения и нормирование.
7. Химические показатели качества воды (азот аммиака, азот нитритов, азот нитратов, активная реакция, хлориды, окисляемость, БПК, ХПК). Методы определения и нормирование.
8. Бактериологические показатели загрязнения воды водоемов.

Содержание работы и порядок ее выполнения

Провести отбор проб воды.

Определить физические свойства образцов воды (температура, запах, цветность, мутность, прозрачность).

Определить химические показатели качества исследуемой воды (активная реакция, азот аммиака, азот нитритов, хлориды, окисляемость).

На основании лабораторных исследований оформить протокол анализа, оценив качество воды, и, если необходимо, предложить мероприятия по улучшению ее качества.

Определение физических свойств воды водоемов

Определение температуры производится немедленно при отборе пробы или непосредственно в водоеме. Для измерения используют термометр с делениями шкалы на 0.1 °С. При определении температуры на месте отбора пробы, воду в количестве не менее 1 л наливают в сосуд, температура которого доведена до температуры испытуемой воды. При измерении температуры поверхностных слоев воды применяют термометр в чашечной оправе. Температуру глубоких слоев измеряют с помощью термометра, помещенного в батометр. Термометр выдерживают в воде 5 минут.

Летняя температура воды водоема в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды в нем в самый жаркий месяц года за последние 10 лет.

Определение запаха, вкуса и привкуса. Запах воды определяется при температуре 20 °С и 60 °С. Вкус и привкус — только при температуре 20 °С. Исследуемую воду наливают в колбу емкостью 150–200 мл на 2/3 ее объема, накрывают часовым стеклом, встряхивают в закрытом состоянии, снимают часовое стекло и определяют характер и интенсивность запаха. Затем колбу с водой повторно накрывают часовым стеклом, подогревают на электроплитке или спиртовке до 60 °С и вновь определяют запах. Интенсивность запаха, вкуса и привкуса оценивается по пятибалльной шкале (табл. 6). Оценка запаха производится по максимальному значению баллов.

Таблица 6

Шкала интенсивности запаха и привкуса

| Балл | Интенсивность |
|------|-----------------------------|
| 0 | Отсутствие ощутимого запаха |
| 1 | Очень слабый |
| 2 | Слабый |
| 3 | Заметный |
| 4 | Отчетливый |
| 5 | Очень сильный |

Запах и привкус воды в водоеме I и II категории по шкале интенсивности должны быть не более 2 баллов, причем в водоеме 1 категории запах определяется до и после хлорирования воды.

Определение прозрачности. Прозрачность по шрифту определяется путем чтения текста через столб воды, налитой в специальный градуированный цилиндр с плоским дном и выпускным кра-

ном у дна. Высота градуированной части цилиндра должна быть не менее 30 см. Исследуемую воду взбалтывают и наливают в цилиндр, укрепленный над специальным шрифтом на расстоянии 4 см от дна цилиндра. Определение следует проводить в светлом помещении. Выпускают воду из цилиндра до тех пор, пока чтение текста станет возможным. Высота столба воды, выраженная в сантиметрах, является показателем прозрачности. Величиной, обратной степени прозрачности, является мутность. Если чтение шрифта возможно при высоте столба воды 30 см, вода считается очень прозрачной, при 20 см — прозрачной, при 10 см — мутной, при менее чем 5 см — очень мутной.

Определение окраски. Для определения окраски воду наливают в мерный цилиндр и рассматривают сверху вниз, помещают цилиндр над белым фоном. Окраска не должна обнаруживаться в столбе воды 20 см для водоема I категории и 10 см для водоемов II категории. Окраска воды водоемов допускается только естественно-бурая, образованная гуминовыми кислотами (болотный цвет).

Определение химических показателей качества воды

Определение азота и аммиака. Аммиак образуется в начальной стадии разложения попавших в воду веществ органического происхождения. Его наличие даже в виде следов вызывает подозрение, что в воду попали свежие физиологические выделения человека и животных. С этой точки зрения аммиак является косвенным показателем, указывающим на возможное заражение воды микробами. Однако следует помнить, что аммиак находят и в болотистых, торфяных и железистых грунтовых водах. Естественно, что в этом случае аммиак не имеет санитарно-показательного значения.

Азот аммонийных солей определяется с помощью реактива Несслера. Реагируя с раствором, в котором имеются аммонийные соли, реактив Несслера дает желтое окрашивание в результате образования йодистого меркураммония. Исследование производится колориметрическим способом с помощью колориметрической шкалы, фотоэлектроколориметра или спектрофотометра. К определенному объему исследуемой воды прибавляют реактив Несслера, вследствие чего вода окрашивается в желтый цвет различной интенсивности в зависимости от содержания в ней азота аммиака.

Приближенное определение содержания азота аммиака. В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды. Добавляют 5–6 капель 50 % раствора сегнетовой соли, а затем 3 капли реактива Несслера. Через пять минут окраску сравнивают с данными, приведенными в таблице 7.

Таблица 7

Определение количества азота аммиака

| Цвет при рассматривании сверху вниз | Содержание аммонийного азота, мг/л |
|--|------------------------------------|
| Нет | Отсутствие или меньше 0,05 |
| Чрезвычайно слабо-желтоватый | 0,1 |
| Слабо-желтоватый | 0,2 |
| Желтоватый | 0,4 |
| Светло-желтый | 0,8 |
| Желтый | 2,0 |
| Интенсивно буровато-желтый | 4,0 |
| Бурый, раствор мутный | 8,0 и более |

Примечание: ПДК азота аммиака в воде водоемов 2 мг/л

Определение окисляемости. Окисляемость — косвенный показатель, характеризующий количество находящихся в воде легко-окисляющихся органических веществ. Так как непосредственное определение в воде органических вещества является методически сложным, о них судят косвенно, по количеству кислорода, затраченного на их окисление в 1 л воды. Следовательно, этот показатель дает общее, условное представление о количестве органических загрязнений. Чистые воды водоемов имеют окисляемость 2–4 мг кислорода на 1 л воды, средней чистоты — 4–6 мг/л, грязные — 8 мг/л и выше. Сточные воды химико-фармацевтических предприятий могут иметь окисляемость в несколько сотен, тысяч мг • O₂/л. Метод исследования основан на выделении перманганатом калия в кислой среде свободного кислорода, который окисляет органические вещества.

Приближенное определение окисляемости. К 10 мл исследуемой воды добавляют 0,5 мл 25 % серной кислоты и 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Содержимое пробирки перемешивают и оставляют на 20 минут. Приближенное значение окисляемости находят по таблице 8.

Таблица 8

Определение окисляемости

| Цвет при рассмотрении сбоку | Окисляемость, мг • O ₂ /л |
|--|--------------------------------------|
| Яркий лилово-розовый | 1 |
| Лилово-розовый | 2 |
| Слабый лилово-розовый | 4 |
| Бледный лилово-розовый (при температуре 20 °С - розовый) | 6 |
| Бледно-розовый | 8 |
| Розово-желтый | 12 |
| Желтый | 16 и выше |

Определение по Кубелю. Методика: в коническую колбу объемом 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 5 мл 25 % серной кислоты, 10 мл 0,01н. раствора перманганата калия и, накрыв колбу часовым стеклом, нагревают до кипения. Необходимо обращать внимание на то, чтобы лилово-розовый оттенок жидкости сохранялся до конца кипячения. Если раствор обесцветился сразу или достаточно быстро, то это указывает на то, что исследуемая вода имеет высокую окисляемость, и добавленный перманганат калия уже целиком израсходовался. В этом случае исследуемую воду необходимо разбавить и учесть это в дальнейших расчетах. Без разбавления можно определить окисляемость воды до 10 мг/л. Наивысшее допустимое разбавление проб — десятикратное. Это означает, что метод можно использовать только для проб, окисляемость которых ниже 100 мг/л. После десятиминутного кипячения добавляют 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты. При этом раствор обесцвечивается, так как оставшийся в воде перманганат калия идет на окисление щавелевой кислоты. Поскольку щавелевая кислота была добавлена в избытке, ее необходимо оттитровать 0,01 н. раствором перманганата калия до появления слабо-розового окрашивания. Расчет окисляемости производят по формуле:

$$X = \frac{a \times K \times 0,08 \times 1000}{V},$$

где X — искомая окисляемость на 1 л воды, мг O_2 /л;

a — количество 0.01 н раствора перманганата калия, израсходованного при титровании 100 мл исследуемой воды, мл;

K — поправочный коэффициент титра раствора перманганата калия;

0,08 — количество кислорода, выделяемое 1 мл 0,01 н. раствором перманганата калия;

V — объем воды, взятой для исследования, мл;

1000 — пересчет миллилитров в литры.

Пример. На титрование 100 мл образца исследуемой воды израсходовано 4 мл 0,01н раствора марганцовокислого калия. Поправочный коэффициент перманганата калия 0,9. Определяем окисляемость: $X = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,08 \cdot 1000 / 100 = 2,9$.

Окисляемость исследуемой воды составила 2,9 мг • O_2 /л.

Определение хлоридов. Хлориды являются важным санитарным показателем загрязнения воды. Они всегда содержатся в моче, некоторых средствах дезинфекции, отходах. Следовательно, если их находят в воде, то возникает подозрение о загрязнении её хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами. Важно помнить, что хлориды в воде могут быть естественного, природного происхождения, что зависит от характера почвы, с которой соприкасается вода. В соответствии с нормативами, в воде может со-

держаться хлоридов не более 350 мг/л. Лимитирующим фактором является изменение органолептических свойств воды, так как большинство людей при содержании хлоридов более 350 мг/л ощущают солоноватый вкус воды. Определение хлоридов производят качественным и количественным методами.

Качественное обнаружение. В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды с несколькими каплями разбавленной (1:4) азотной кислоты и прибавляют 3–5 капель 10 % раствора нитрата серебра. В присутствии хлоридов 1–10 мг/л образуется слабая белая муть, при 10–50 мг/л — сильная муть, при 100 мг/л — белый творожистый осадок хлорида серебра.

Количественное определение. Метод основан на реакции осаждения хлоридов нитратом серебра в присутствии индикатора хромовокислого калия. Отбирают 100,0 мл испытуемой воды в коническую колбу и прибавляют 1 мл раствора хромата калия. Одну пробу титруют раствором нитрата серебра до появления слабого оранжевого оттенка, вторую пробу используют в качестве контрольной пробы. При значительном содержании хлоридов образуется осадок AgCl, мешающий определению. В этом случае к оттитрованной первой пробе приливают 2–3 капли титрованного раствора NaCl до исчезновения оранжевого оттенка, затем титруют вторую пробу, пользуясь первой как контрольной пробой.

Массовую концентрацию хлор-иона (C_{Cl^-}), г/л, вычисляют по формуле:

$$C_{Cl^-} = \frac{T_{AgNO_3/Cl^-} \cdot K \cdot V(AgNO_3) \cdot 1000}{V_{пр}}$$

где T_{AgNO_3/Cl^-} — титр $AgNO_3$ по Cl^- (количество хлор-иона, соответствующее 1 мл раствора нитрата серебра), г/мл;

K — поправочный коэффициент к титру раствора нитрата серебра;

$V(AgNO_3)$ — количество нитрата серебра, израсходованное на титрование, мл;

$V_{пр}$ — объем пробы, взятый для определения, мл.

Водородный показатель (рН-метрия). Определяется электрометрическим методом. При этом методе концентрация водородных ионов определяется с помощью потенциометра, действие которого основано на том, что если стеклянный электрод погружен в жидкость с наличием водородных ионов, то между жидкостью и электродом возникает разность потенциалов. Величину потенциала электрода можно измерить, включив этот электрод в цепь с другим электродом сравнения (каломельным), потенциал которого известен.

Определение активности исследуемой пробы воды. Предварительно рН-метр настраивают, затем промывают электроды дистил-

лированной водой и опускают их в стаканчик с исследуемой водой. Регистрируются показания прибора. После использования электроды вновь промываются дистиллированной водой.

В полевых условиях определение можно проводить с помощью переносного (полевого) рН-метра или универсальной индикаторной бумаги. Полоска индикаторной бумаги погружается в пробирку с водой на 10–15 секунд, после чего интенсивность окраски немедленно сравнивается с цветной шкалой, прилагаемой к универсальному индикатору. Изменение интенсивности окраски соответствуют концентрации водородных ионов. Активная реакция воды водоема должна находиться в пределах 6,5–8,5.

ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА АНАЛИЗА

| Наименование показателей | Результаты |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Температура, С | |
| 2. Запах балл | |
| 3. Вкус балл | |
| 4. Прозрачность по шрифту, см | |
| 5. Цветность, см | |
| 6. Окисляемость, мг О ₂ /л | |
| 7. Хлориды, мг/л | |
| 8. Водородный показатель | |
| Заключение и выводы: | |

Методы обеззараживания сточных вод

На ряде предприятий химико-фармацевтической промышленности необходимо также проводить обеззараживание сточных вод. Рабочую дозу активного хлора определяют экспериментально с учетом хлорпоглощаемости 1 л сточных вод. Продолжительность контакта хлора со сточной водой в резервуаре или в отводящих коммуникациях должна быть не менее 30 минут. После тридцатиминутного контакта количество остаточного хлора в обеззараженной воде должно составлять 1,5 мг/л или 1,5 г/м³.

Тема 2. Оценка эффективности очистки сточных вод

Цель: закрепить теоретические знания по очистке и обеззараживанию сточных вод; освоить методы коагуляции, ионообменной очистки и хлорирования сточных вод; научиться оценивать эффективность хлорирования сточных вод.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Физико-химические методы очистки сточных вод (коагуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен, экстракция, ректификация, обратный осмос и др.)

2. Биологические методы очистки сточных вод. Очистка в природных условиях (поля орошения, биологические пруды) и на искусственных сооружениях (аэротенки, биофильтры, метантенки).

3. Химические методы очистки сточных вод (нейтрализация, окисление, восстановление).

4. Коагуляция как способ ускорения процесса осаждения высокодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Факторы, определяющие эффективность коагуляции.

5. Коагулянты, применяемые для обработки сточных вод, механизм действия. Выбор дозы коагулянта.

6. Флокуляция как способ агрегации взвешенных частиц в сточных водах, механизм действия. Наиболее часто применяемые флокулянты.

7. Ионный обмен: сущность метода, виды ионитов, основы процесса ионного обмена, регенерация ионитов.

8. Методы обеззараживания сточных вод (физические, физико-химические, химические).

9. Хлорирование сточных вод. Факторы, определяющие эффективность хлорирования.

10. Активность хлорной извести и методы ее определения.

11. Методы определения хлорпоглощаемости воды, остаточного хлора и дозы хлора.

Содержание работы и порядок ее выполнения

Определение карбонатной жесткости исследуемой сточной воды.

Расчетное и экспериментальное определение дозы коагулянта.

Проведение химического анализа исходной сточной воды (общая жесткость, содержание солей тяжелых металлов).

Проведение очистки сточной воды на катионитовой колонке.

Проведение химического анализа очищенной воды.

Проведение регенерации катионита в катионообменнике.

Приготовление 1 % раствора хлорной извести.

Определение активности хлорной извести.

Проведение опытного хлорирования, выбор дозы хлора.

Учебно-исследовательская работа

На основании лабораторных исследований определяются оптимальные дозы коагулянта и хлора, необходимые для эффективной очистки и обеззараживания сточной воды, и степень очистки воды от солей тяжелых металлов.

Очистка сточных вод методом коагуляции

Выбор дозы коагулянта. При очистке воды путем коагуляции требуется выбрать дозу коагулянта. При недостаточном количестве

взятого коагулянта образуется мало хлопьев, что снижает эффективность очистки воды. Большие дозы (в результате того, что не весь коагулянт вступил в реакцию) приводят к вторичному появлению мути в осветленной воде. Дозу коагулянта устанавливают опытным путем. Перед коагуляцией воды надо определить устранимую жесткость, так как от нее зависит скорость и полнота реакции. Установлена прямая зависимость между дозой коагулянта — 1 % раствором сернокислого алюминия — и устранимой жесткостью воды. Максимальная доза коагулянта приблизительно равна произведению карбонатной жесткости в миллиграмм-эквивалентах на литр на 2,2. Зависимость дозы коагулянта от карбонатной жесткости приведена в таблице 9.

Таблица 9

Расчетное количество сернокислого алюминия

| Карбонатная жесткость, мг-экв/л | Количество 1 % раствора сернокислого алюминия на 200 мл воды, мл | Количество сухого сернокислого алюминия на 1 л воды, мл |
|---------------------------------|--|---|
| 1 | 2,3 | 0,11 |
| 2 | 4,5 | 0,22 |
| 3 | 6,8 | 0,33 |
| 4 | 9,0 | 0,44 |
| 5 | 11,3 | 0,56 |
| 6 | 13,6 | 0,66 |
| 7 | 16,0 | 0,78 |
| 8 | 18,0 | 0,88 |
| 9 | 20,3 | 1,0 |
| 10 | 23,0 | 1,1 |

Определение карбонатной жесткости исследуемой воды. В колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 2 капли метилового оранжевого и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты до изменения цвета. Число миллилитров кислоты, затраченное на титрование, дает карбонатную жесткость в миллиграмм-эквивалентах на литр.

Определение общей жесткости сточной воды до очистки

Метод основан на титровании сточной воды раствором трилона Б в присутствии индикатора кислотного хром темно-синего в аммиачной среде (рН 9–10) до изменения окраски раствора от винно-красной до сине-фиолетовой.

Для выполнения анализа в коническую колбу емкостью 250 мл наливают 50 мл сточной воды, добавляют 5 мл аммиачного буфера, 5 капель индикатора (кислотный хром темно-синий) и титруют 0,05 н. раствором трилона Б до изменения окраски.

Расчет жесткости проводят по формуле:

$$H = \frac{V \times N \times K}{V_0},$$

где Н — жесткость воды, мг-экв/л;

V — объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование, мл;

N — нормальность раствора трилона Б;

K — поправочный коэффициент трилона Б;

V₀ — объем пробы воды, мл.

Пример. На титрование 50 мл сточной воды израсходовано 17 мл 0,05 н. раствора трилона Б, поправочный коэффициент которого 1,0. Жесткость сточной воды составляет: $H = 17 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 1000 / 50$ (мг-экв/л).

Обеззараживание (хлорирование)

Наиболее распространенным методом обеззараживания сточных вод является хлорирование (газообразный, жидкий хлор и хлорсодержащие препараты). Результаты хлорирования сточных вод в большой мере зависят от степени их очистки (взвешенные вещества являются укрытием для бактерий от поверхностного действия хлора). Хлорирование стоков, не подвергшихся очистке, не эффективно. Хлорирование сточных вод обязательно при производстве антибиотиков и других препаратов, получение которых основано на использовании биосинтеза. Это обусловлено необходимостью инактивации микробов-продуцентов, которые нарушают процесс биологической очистки сточных вод, а при попадании в водоемы могут вызывать нежелательные сдвиги экосистемы.

Выбор дозы хлора для обеззараживания воды

Для выбора дозы хлора проводят опытное хлорирование одного литра воды приготовленным 1 % раствором хлорной извести. Обеззараживание должно производиться таким образом, чтобы после 30-минутного контакта хлора с водой остаточное количество активного хлора в исследуемой воде находилось в пределах 1,5 мг/л. Выбор дозы хлора для опытного хлорирования зависит от физических и химических свойств воды. Сточная вода, даже очищенная, всегда содержит больше органических веществ, чем природная вода, и, следовательно, хлорпоглощаемость ее выше. Поэтому дозы хлора для сточных вод значительно выше принятых в водопроводной практике: для сточных вод после биологической очистки установлена доза 10 мг/л, а для механически очищенных — 30 мг/л.

К 1 литру воды добавляют выбранную дозу хлора. Для этого необходимо определить, в каком объеме 1 % раствора хлорной извести содержится нужное количество свободного активного хлора. В колбу с одним литром испытуемой воды добавляют необходимый объем 1 % раствора хлорной извести, воду тщательно перемешивают.

вают и оставляют на 30 минут для обеззараживания. Затем определяют, какое количество активного хлора осталось в обеззараженной воде. Для этого в коническую колбу наливают 100 мл обеззараженной воды, прибавляют 5 мл 5 % раствора йодистого калия, 1 мл соляной кислоты (1:3), 1 мл 1 % раствора крахмала и титруют до обесцвечивания 0,01 н. раствором тиосульфата. Титрование необходимо проводить быстро, так как окраска успевает восстановиться и раствор можно легко перетитровать.

Затраченное количество 0,01 н. раствора тиосульфата умножают на 0,355 и 10 и узнают количество остаточного хлора в 1 л воды.

Хлорпоглощаемость воды рассчитывают путем вычитания из количества первоначально введенного активного хлора количества активного хлора, оставшегося после 30-минутного обеззараживания воды.

Дозу свободного хлора определяют, суммируя хлорпоглощаемость и количество свободного остаточного хлора (1,5 мг/л).

Доза хлора = хлорпоглощаемость + 1,5 мг/л. Таким образом, условия успешного хлорирования зависят от правильно выбранной дозы хлора, времени контакта и тщательного перемешивания хлора со всем объемом обеззараживаемой воды.

Пример. Для пробного хлорирования 1 л сточной воды после биологической очистки было взято 10 мг свободного активного хлора. Поскольку, исходя из расчетов предыдущего примера, в 1 мл 1 % раствора исследуемой хлорной извести содержится 2,13 мг активного хлора, то 10 мг будет содержаться в 4,5 мл 1 % раствора хлорной извести:

1 мл — 2,13 мг;

X мл — 10 мг,

$X = 10 \cdot 1 / 2,13 = 4,5$ мл

В воду введено 4,5 мл 1 % раствора хлорной извести. После 30-минутного контакта на титрование взятых для исследования 100 мл прохлорированной воды израсходован 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата.

$1 \cdot 0,355 \cdot 10 = 3,5$ мг активного хлора.

Хлорпоглощаемость воды в данном случае составляет 6,5 мг активного хлора: $10 \text{ мг} - 3,5 \text{ мг} = 6,5 \text{ мг}$.

Доза хлора равна $6,5 \text{ мг} + 1,5 \text{ мг} = 8 \text{ мг}$ активного хлора на 1 л воды.

Затем требуется определить, какое количество сухой хлорной извести необходимо для хлорирования 1 литра воды. В приведенном примере активность хлорной извести 21 %, доза хлора 8 мг/л (0,008 г/л). Составляется пропорция:

В 100 г сухой хлорной извести содержится 21 г активного хлора;

В X г — 0,008 г

$$X = 0,008 * 100 / 21 = 0,038 \text{ г.}$$

Следовательно, для хлорирования 1 литра воды требуется 0,038 г сухой хлорной извести

ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА АНАЛИЗА

Карбонатная жесткость воды, мг-экв/л _____
Общая жесткость сточной воды до очистки, мг-экв/л _____
Общая жесткость очищенной сточной воды, мг-экв/л _____
Остаточный хлор после обеззараживания воды, мг/л _____
Хлорпоглощаемость воды, мг/л _____
Доза хлора, мг/л _____
Количество сухой хлорной извести, необходимое для обеззараживания 1 л воды, г _____
Заключение _____

Тема 3. Определение уровня радиоактивности лекарственного растительного сырья

Цель: освоить метод определения уровня радиоактивности лекарственного растительного сырья при помощи дозиметра.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Зарисовать схему отбора проб (рис. 5).
2. Зарисовать прибор, записать ход работы и принцип метода.
3. Измерить уровень радиоактивности предложенного образца лекарственного растительного сырья.
4. Сделать заключение о степени безопасности сырья по уровню радиоактивности.
5. Изучить и записать методику определения соответствия лекарственного растительного сырья критериям радиационной безопасности.

Содержание работы и порядок ее выполнения.

На основании данных, полученных при исследовании образцов лекарственного сырья на радиационную безопасность, решается вопрос о возможности и целесообразности его дальнейшего использования при производстве лекарственных препаратов.

Отбор проб лекарственного сырья и проведение радиационного контроля

Предварительный радиационный контроль проводится с помощью дозиметра ДРГ-01-Т1. Левый движок прибора включают в режим «Контроль». На табло должна установиться контрольная цифра 0513. Правый движок переводится в режим «Измерение», левый — в диапазон «мР/час». Прибор устанавливается через бумагу или полиэтиленовую пленку на поверхность стола или стелла-

жа. Нажимается кнопка «Сброс» и через 15–20 секунд появляются результаты первого измерения. Снова нажимается кнопка «Сброс» и снимается второе измерение. Такие действия проводят до получения 15–20 значений.

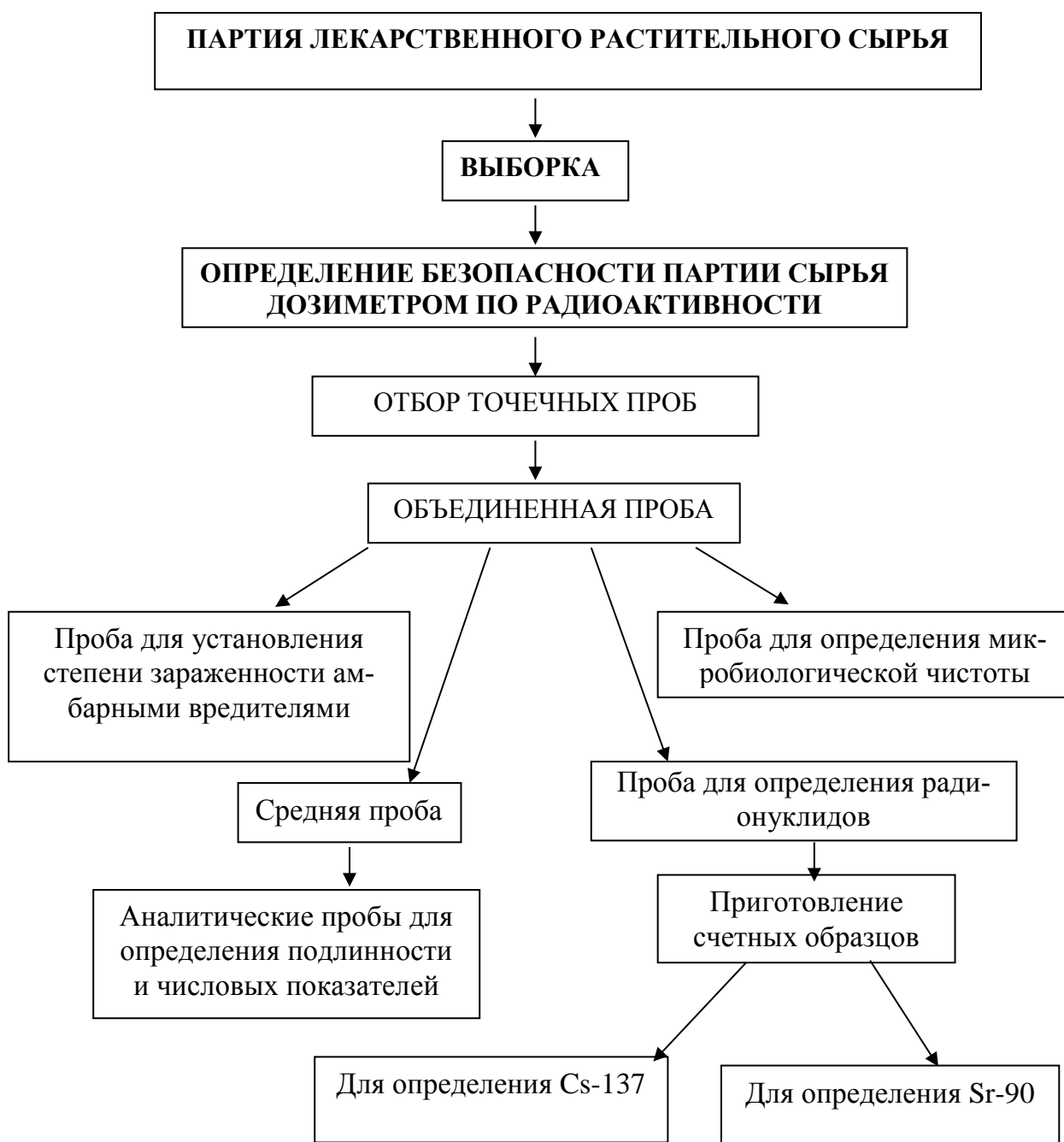


Рис. 5. Порядок отбора проб от партии лекарственного растительного сырья

Вычисляется среднее арифметическое по результатам измерения фона. После этого на данное место устанавливается образец и для получения радиометрической характеристики образца также снимается 15–20 измерений с вычислением среднего значения. На основании полученных результатов делается заключение.

Принцип действия дозиметра основан на преобразовании с помощью счетчиков рентгеновского и гамма-излучений и потока бета-частиц в последовательность импульсов электрического тока, частота следования которых пропорциональна МАД или плотности потока бета-частиц.

Определение содержания радионуклидов Cs-137 и Sr-90

Материал для самостоятельного изучения
(ОФС.1.5.3.0001.15 ГФ 14 «Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратов»)

Измерение активности производится в соответствии с инструкцией к прибору в отдельной пробе, полученной из объединенной пробы сырья. Анализируемые образцы помещают в специальные сосуды, форма и объем которых аттестованы, так называемые «аттестованные геометрии». Время анализа составляет 30–60 минут. В зависимости и от степени загрязненности сырья радионуклидами разработаны три варианта измерений: 1 — для более загрязненных проб, 2 и 3 — для менее загрязненных проб (табл. 10).

Таблица 10

Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье

| Условия проведения анализа | РАДИОНУКЛИДЫ | | | | | |
|--|---|---|---|---|------------------------|--|
| | Цезий-137 | | | Стронций-90 | | |
| Прибор и минимальная измеряемая активность | у-спектрометр 3–10 Бк* | | | β-спектрометр 0,1–1,0 Бк | | |
| | <i>Варианты измерений:</i> | | | <i>Варианты измерений:</i> | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Подготовка образца ЛРС | Измельчение и просеивание через сито с отверстиями диаметром 2 мм | Измельчение и просеивание через сито с отверстиями диаметром 7 мм | Измельчение и просеивание через сито с отверстиями диаметром 2 мм | Измельчение и просеивание через сито с отверстиями диаметром 1 мм | Измельчение и озоление | Измельчение, озоление и радиохимическое концентрирование |
| Масса образца, г | 25–60 | 200–600 | 300–800 | 6–10 | 30 | 90 |
| Сосуды для анализа («аттестованные геометрии») | Чашка Петри | Сосуд Маринелли 1л | Сосуд Маринелли 1л | Кювета | Кювета | Кювета |

*Бк — беккерель

Определение соответствия лекарственного растительного сырья требованиям радиационной безопасности проводится по формуле, суммирующей результаты измерений удельной активности Cs-137 и Sr-90 в пробе:

$$B = \left(\frac{Q}{H} \right)_{Sr} + \left(\frac{Q}{H} \right)_{Cs},$$

$$B_1 = \sqrt{\left(\frac{Q_1}{H} \right)_{Sr}^2} + \sqrt{\left(\frac{Q_1}{H} \right)_{Cs}^2},$$

где В — показатель соответствия;

B_1 — погрешность его определения;

Q — измеренное значение удельной активности радионуклида в пробе, Бк/кг;

H — допустимый уровень удельной активности радионуклидов в испытуемом продукте, Бк/кг;

Q_1 — абсолютная доверительная ($p = 0,95$) погрешность измерений удельной активности, Бк/кг.

Растительное сырье можно признать соответствующим критерию радиационной безопасности (1-ая группа), если $B + B_1 < 1$.

Растительное сырье должно признаваться несоответствующим критерию радиационной безопасности (2-ая группа), если $B - B_1 > 1$.

Если величина $(B + B_1) > 1$, а $(B - B_1) < 1$ (3-я группа), то проводятся дополнительные исследования данной партии сырья по вариантам 2 и 3, позволяющие максимально снизить погрешность измерения. Полученные результаты вновь сверяются с критериями радиационной безопасности, указанными выше.

Для определения соответствия ЛРС критериям радиационной безопасности используются нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 для биологически активных добавок на растительной основе (табл. 11).

Таблица 11

Допустимые уровни цезия-137 и стронция-90 в лекарственном растительном сырье

| Индекс, группа продуктов | Радионуклиды | Допустимые уровни (Бк/кг), не более | Примечание |
|--|--------------|-------------------------------------|--|
| 1.10.7. БАД на растительной основе, в т.ч. цветочная пыльца, сухие чаи | Цезий-137 | 200 | Лекарственные растения (трава, кора, корневища, плоды) |
| | | 400 | |
| | Стронций-90 | 100 | Лекарственные растения (трава, кора, корневища, плоды) |
| | | 200 | |

Растительное сырье, качество которого не соответствует установленным нормативам, изымается из обращения. Дальнейшее использование, утилизация непригодного растительного сырья проводится его владельцем с ведением органов Департамента Государственного контроля качества, эффективности, безопасности лекарственных средств и медицинской техники Минздрава России или Госсанэпиднадзора России.

В конце занятия необходимо оформить и сдать отчет, в котором следует зарисовать прибор, отразить и отметить следующие моменты: схему отбора проб, уровень радиоактивности фона помещения, мР/ч, суммарный уровень радиоактивности фона помещения и отобранных образцов ЛРС, мР/ч, уровень радиоактивности отобранных образцов ЛРС, мР/ч, выбор метода для определения соответствия отобранных образцов ЛРС критериям радиационной безопасности. Сделать заключение.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ И ЭТАЛОНЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Одним из этапов изучения дисциплины является решение ситуационных задач. Это активная форма обучения, используемая для закрепления пройденного материала, контроля и самоконтроля усвоения знаний, а также при подготовке к зачету. Она позволяет студентам на основании материалов теоретического курса и практических (лабораторных) занятий оценивать конкретные экологические ситуации, возникающие в практической жизни, и разрабатывать рекомендации в соответствии с требованиями ГОСТ, ГН, СанПиН и другой нормативной документации.

Ситуационные задачи включают расчет предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ), оценку качества воды водоема. Для решения ситуационных задач приведены необходимые теоретические и справочные материалы, примеры решения, что значительно облегчает усвоение материала.

Охрана атмосферного воздуха от загрязнения

Расчет предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ

Предельно допустимый выброс вредных веществ (ПДВ) устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, чтобы эти выбросы от данного источника и от совокупности источников города или района не создавали приземную концентрацию, превышающую максимальную разовую ПДК в атмосферном воздухе населенных мест.

Таким образом, ПДВ (г/с) устанавливается расчетом по формуле:

$$\text{ПДВ} = K_p \cdot (\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}}), \quad (1)$$

где K — коэффициент разбавления вредного выброса до ПДК, зависящий от условий рассеивания выброса в атмосфере;

$\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ — максимальная разовая предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м^3 ;

$C_{\text{ф}}$ — фоновая концентрация вещества, создаваемая другими источниками, исключая расчетный, мг/м^3 .

Нормативы ПДВ устанавливаются в тоннах за год отдельно по каждому источнику выброса и по каждому загрязняющему веществу в этом источнике. С целью оперативного контроля нормативы ПДВ устанавливаются в граммах за секунду. Нормативы ПДВ не должны быть превышены в любой двадцатиминутный интервал времени (в соответствии с интервалом времени, определенным для $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$).

В тех случаях, когда на действующих предприятиях нормативы ПДВ по причинам объективного характера не могут быть достигнуты, разрабатываются мероприятия по поэтапному снижению выбросов загрязняющих веществ до достижения значений ПДВ. На каждом переходном этапе устанавливаются нормативы временно согласованных выбросов (ВСВ). При установлении ВСВ следует пользоваться теми же приемами расчета, что и при установлении ПДВ.

Существует две методики определения ПДВ: для нагретых и для холодных выбросов. Выбросы считаются нагретыми, если разность температур выброса и воздуха превышает 10 градусов, а при 10 градусах и ниже выбросы считаются холодными.

Расчет ПДВ нагретых выбросов

Для одиночного (точечного) источника или группы близко расположенных одинаковых источников ПДВ (г/с) рассчитывается по формуле:

$$\text{ПДВ} = (\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}}) \cdot H^2 \cdot (V \cdot t)^{0,33} / (A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot w), \quad (2)$$

где H — высота источника выброса над уровнем земли, м;

V — объем выброса в единицу времени, м³/с;

t — разность между температурой выброса и температурой окружающего воздуха ($t_r - t_b$), °С;

A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального рассеивания примесей в атмосфере;

F — коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере;

m, n — коэффициенты, учитывающие условия выхода загрязненного воздуха из устья источника выброса;

w — коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание загрязняющих веществ.

Коэффициент A принимается равным:

а) 200 — для Нижнего Поволжья, Кавказа, Сибири, Дальнего Востока;

б) 160 — для севера и северо-запада Европейской территории России, Среднего Поволжья, Урала;

в) 140 — для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значения коэффициента F равны:

а) для газообразных веществ и высокодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) — 1;

б) для грубодисперсной пыли и золы (взвешенных веществ) при степени очистки не менее 90 % — 2, при эффективности 75–80 % — 2,5, при отсутствии очистки — 3.

Коэффициент t определяется в зависимости от параметра f , который вычисляется по формуле:

$$f = 10^3 \cdot W_0^2 \cdot D / H^2 \cdot t, \quad (3)$$

где W_0 — скорость выхода выброса из устья трубы, м/с, рассчитывается по формуле:

$$W_0 = V / 0,785 \cdot D^2, \quad (4)$$

где D — диаметр устья источника выброса, м.

При $f < 100$ $m = 1 / 0,67 + 0,1f^{0,5} + 0,34f^{0,33}$ (5').

При $f >$ или $= 100$ $m = 1,47 / f^{0,33}$ (5'')

Значение коэффициента n определяется в зависимости от параметра V_M , который рассчитывается по формуле:

$$V_M = 0,65 \cdot (V \cdot t / H)^{0,33}; \quad (6)$$

$n = 1$ при $V_M >$ или $= 2$;

$n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13$ при $0,5 <$ или $= V_M < 2$;

$n = 4,4 \cdot V_M$ при $V_M < 0,5$.

Коэффициент m в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, равен 1. Если в районе рассматриваемого предприятия имеются препятствия для распространения ветра — гряды, гребень, ложбина, уступ, то коэффициент $m > 1$.

Значение V (м³/с) берется из данных инвентаризации выбросов, а при их отсутствии определяется по формуле:

$$V = \sum D^2 \cdot (W_0 / 4), \quad (7)$$

При определении t температуру окружающего воздуха t_B принимают равной среднему значению на 13 часов дня для наиболее жаркого месяца года данного района.

Значение H берется из данных инвентаризации выбросов. Для наземных источников H принимается равным 2 м.

Расчет ПДВ холодных выбросов

Холодными будут выбросы, у которых $t < 10$ °С. Расчет ПДВ (г/с) производится по формуле:

$$\text{ПДВ} = (\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot H^{1,33} \cdot 8V / (A \cdot F \cdot n \cdot D \cdot w), \quad (8).$$

Значения коэффициентов A , F , m приведены к формуле (2). Коэффициент, входящий в формулу (8), определяется в зависимости от параметра V_M , рассчитываемого по формуле:

$$V_M = 1,3 \cdot W_0 \cdot D / H, \quad (9)$$

и далее выбирается по выше приведенной методике.

Пример. Определить предельно допустимый выброс взвешенных веществ в атмосферу для источника выброса, расположенного в г. Санкт-Петербурге (ровная открытая местность), имеющего следующие параметры: высота трубы — 8,0 м (H), диаметр устья трубы — 3,0 м (D), объем пылевоздушной смеси — 85 м³/с (V) температура выброса — 32 °С (t_r), температура окружающего воздуха — 20,6 °С (t_B), максимальная разовая предельно допустимая концентрация

взвешенной пыли — 0,5 мг/м³ (ПДК_{м.р.}), фоновая концентрация — 0,15 мг/м³ (С_ф), степень очистки воздуха от пыли — 91 %.

Расчет ПДВ взвешенных веществ

1. Коэффициенты в формуле (2) при $t > 10^\circ$ принимаются:
 - а) $A = 160$ (для северо-запада Европейской территории России);
 - б) $t = 1$ (ровная открытая местность);
 - в) $P = 2$ (для взвешенных частиц при степени очистки 91 %).
2. Перегрев пылевоздушной смеси составит:

$$t = t_r - t_{и} = 32 - 20,6 = 11,4 \text{ }^\circ\text{C}.$$
3. Скорость выхода пылевоздушной смеси из трубы (по формуле 4)

$$W_0 = 85 / 0,785 \cdot 3^2 = 12 \text{ м/с}.$$

4. Параметр f по формуле (3)

$$f = 1000 \cdot 12^2 \cdot 3 / 11,4 \cdot 8^2 = 592, \text{ что } > 100.$$
5. Параметр m по формуле (5")

$$m = 1,47 / 592^{0,33} = 0,18.$$
6. Параметр V_M по формуле (6)

$$V_M = 0,65 \cdot (85 \cdot 11,4 / 8)^{0,33} = 3,2, \text{ что } > 2.$$
7. Параметр $n=1$.
8. Предельно допустимый выброс

$$\text{ПДВ} = (0,5 \cdot 0,15) \cdot 8^2 \cdot (85 \cdot 11,4)^{0,33} / 160 \cdot 2 \cdot 0,18 \cdot 1 \cdot 1.$$

Таблица 12

Варианты заданий на расчет ПДВ загрязняющих веществ в атмосфере

| Загрязняющее вещество | ПДК _{м.р.} , мг/м ³ | С _ф , мг/м ³ | w | H, м | D, м | V, м ³ /с | W ₀ , м/с | t _r , °C | t _в , °C | Наименование населённого пункта |
|-----------------------|---|------------------------------------|-----|------|------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
| двуокись серы | 0,5 | 0,5 | 1,3 | 35 | 1,4 | | 7 | 55 | 23,8 | г. Пенза |
| окислы азота | 0,085 | 0,001 | 1,0 | 18 | 1,2 | 10 | - | 60 | 20,6 | г. С. - Петербург |
| аммиак | 0,2 | 0 | 1,0 | 15 | 1,0 | 5 | - | 25 | 22,3 | г. Томск |
| спирт изопропиловый | 0,6 | 0,01 | 1,0 | 20 | 0,8 | - | 5 | 30 | 22,3 | г. Томск |
| ртуть | 0,0003 | 0 | 1,0 | 12 | 0,6 | - | 4 | 25 | 20,6 | г. С.- Петербург |
| окись углерода | 5,0 | 1,2 | 1,0 | 15 | 1,3 | 8 | - | 50 | 20,6 | г. С.- Петербург |
| сероводород | 0,008 | 0,002 | 1,0 | 50 | 1,8 | 5 | - | 45 | 21 | г. Вышний Волочёк |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|-----|----|-----|---|-----|----|------|-----------------|
| сернистый ангидрид | 0,5 | 0 | 1,3 | 42 | 1,0 | 3 | - | 60 | 23,8 | г. Пенза |
| водород хлористый | 0,2 | 0,01 | 1,2 | 8 | 0,6 | - | 3 | 25 | 22,9 | г. Курган |
| бензол | 0,3 | 0 | 1,1 | 60 | 2,0 | - | 5 | 30 | 25,1 | г. Белгород |
| пиридин | 0,08 | 0 | 1,2 | 15 | 1,1 | - | 2 | 25 | 22,9 | г. Курган |
| хлор | 0,1 | 0 | 1,0 | 16 | 0,9 | - | 1,4 | 28 | 22,3 | г. Москва |
| сернистый ангидрид | 0,5 | 0,01 | 1,0 | 10 | 0,3 | - | 8,5 | 32 | 20,6 | г. С.-Петербург |
| аммиак | 0,2 | 0 | 1,2 | 12 | 0,5 | - | 7,2 | 28 | 22,9 | г. Курган |

Тема 1. Охрана поверхностных вод от загрязнений. Оценка качества воды поверхностных водоисточников

Качество воды в открытых водоисточниках регламентируется СанПиН 2.1.5.980-00 и Гигиеническими нормами (ГН 2.1.5.689-98). В них дан перечень вредных веществ с указанием предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочных допустимых уровней (ОДУ), классов опасности и лимитирующих показателей вредности.

ПДК — максимальные концентрации, при которых вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на состояние здоровья населения (при воздействии на организм в течение всей жизни) и не ухудшают гигиенические условия водопользования.

ОДУ — ориентировочные допустимые уровни веществ в воде, разработанные на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применимые только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми и строящимися предприятиями, очистными сооружениями.

Химические вещества делятся на 4 класса опасности:

- 1 класс — чрезвычайно опасные;
- 2 класс — высокоопасные;
- 3 класс — умеренно опасные;
- 4 класс — малоопасные.

Различают лимитирующие признаки вредности (ЛПВ):

- санитарно-токсикологический (с.-т.);
- общесанитарный (общ.);
- органолептический (орг.), с расшифровкой характера изменения органолептических свойств воды (зап. — изменяет запах воды, окр. — влияет на окраску, пен. — вызывает образование пены, пл. —

образует пленку на поверхности воды, привк. — придает воде привкус).

При нахождении в водоеме нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности, относящихся к 1 и 2 классам опасности, сумма отношений концентраций ($C_1, C_2 \dots C_n$) каждого вещества в водном объекте к соответствующей ПДК не должна превышать единицы:

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n < \text{или} = 1.$$

Если эта сумма больше 1 или концентрация какого-либо из веществ превышает ПДК, то вода данного водоема не соответствует гигиеническим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Значения ПДК, ОДУ, ЛПВ и классов опасности приведены в таблице 13, 14.

Пример. В воде водоема I категории обнаружены концентрации вредных веществ:

- ацетоксим 3,5 мг/л;
- белково-витаминный концентрат (БВК) 0,01 мг/л;
- бензол 0,2 мг/л;
- изопропиламин 0,1 мг/л;
- керосин 0,02 мг/л;
- нитроэтан 0,2 мг/л.

В соответствии с правилами распределяют вещества по лимитирующим признакам вредности и для них находят ПДК и классы опасности.

Таблица 13

Классы опасности и ПДК веществ

| наименование вещества | ПДК мг/л | Класс опасности |
|-----------------------|----------|-----------------|
| Ацетоксим | 8,0 | 2 |
| БВК | 0,02 | 2 |
| Бензол | 0,5 | 2 |
| Изопропиламин | 2,0 | 3 |
| Нитроэтан | 1,0 | 2 |
| Керосин (техн.) | 0,01 | 4 |

В сумму включают вещества 2 класса опасности:

$$3,5 : 8 + 0,01 : 0,02 + 0,2 : 0,5 + 0,2 : 1 = 1,54 > 1.$$

Вывод: вода не соответствует гигиеническим требованиям, так как сумма отношений концентрации к ПДК превышает 1 и концентрация керосина в 2 раза выше ПДК.

Таблица 14

**Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде
водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-
бытового водопользования (из ГН 2.1.5.689-98)**

| № п/п | Наименование вещества | ПДК или ОДУ | Лимитирующий показатель вредности | Предельно допустимые концентрации, мг/л | Класс опасности |
|-------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Аллил хлористый | ПДК | Санитарно-токсикологический (с.-т.) | 0,3 | 3 |
| 2 | Анилин | ПДК | с.-т. | 0,1 | 2 |
| 3 | Ацетальдегид | ПДК | орг. запах | 0,2 | 4 |
| 4 | Аммиак (по азоту) | ПДК | с.-т. | 2,0 | 3 |
| 5 | Ампициллин | ПДК | с.-т. | 0,02 | 2 |
| 6 | Ацетоксим | ПДК | с.-т. | 8,0 | 2 |
| 7 | Барий | ПДК | с.-т. | 0,1 | 2 |
| 8 | Белково-витаминный концентрат (БВК) | ПДК | с.-т. | 0,02 | 3 |
| 9 | Бензин | ПДК | орг. запах | 0,1 | 3 |
| 10 | Бензилпенициллин | ПДК | с.-т. | 0,02 | 2 |
| 11 | Бериллий | ПДК | с.-т. | 0,0002 | 1 |
| 12 | Бор | ПДК | с.-т. | 0,5 | 2 |
| 13 | Бром | ПДК | с.-т. | 0,2 | 2 |
| 14 | Бутил ацетат | ПДК | общ. | 0,1 | 4 |
| 15 | Винил хлористый | ПДК | с.-т. | 0,05 | 2 |
| 16 | Винил ацетат | ПДК | с.-т. | 0,2 | 2 |
| 17 | Висмут | ПДК | с.-т. | 0,1 | 2 |
| 18 | Глицерин | ПДК | общ. | 0,65 | 4 |
| 19 | гидразин | ПДК | с.-т. | 0,01 | 2 |
| 20 | Диизобутиламин | ПДК | орг. привк. | 0,07 | 4 |
| 21 | диметилсульфамид | ПДК | орг. запах | 0,04 | 3 |
| 22 | Диметилсульфоксид | ПДК | общ. | 0,1 | 3 |
| 23 | Дибутиламин | ПДК | орг. запах | 1,0 | 3 |
| 24 | Диметиламин | ПДК | с.-т. | 0,1 | 2 |
| 25 | Дифениламин | ПДК | орг. запах | 0,05 | 3 |
| 26 | Диэтиламин | ПДК | с.-т. | 2,0 | 3 |
| 27 | 1,2 –Дихлорэтан | ПДК | с.-т. | 0,02 | 2 |
| 28 | Дицинамид | ПДК | орг. привк. | 10,0 | 4 |
| 29 | Керосин технический | ПДК | орг. запах | 0,01 | 4 |
| 30 | Кадмий | ПДК | с.-т. | 0,001 | 2 |
| 31 | Кислота бетонная | ПДК | общ. | 0,6 | 4 |
| 32 | Кислота олеиновая | ПДК | общ. | 0,5 | 4 |
| 33 | Кислота уксусная | ПДК | общ. | 1,0 | 4 |
| 34 | Кислота муравьиная | ПДК | общ. | 3,5 | 3 |
| 35 | Кремний (по Si) | ПДК | с.-т. | 10,0 | 2 |
| 36 | Кислота щавелевая | ПДК | общ. | 0,5 | 1 |
| 37 | Кислота масляная | ПДК | общ. | 0,7 | 4 |
| 38 | Кислота | ПДК | с.-т. | 0,06 | 2 |

| | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----|-------------|--------|---|
| | монохлоруксусная | | | | |
| Окончание таблицы 14 | | | | | |
| 39 | Литий | ПДК | с. -т. | 0,03 | 2 |
| 40 | Марганец | ПДК | орг. цвет | 0,1 | 3 |
| 41 | Мышьяк | ПДК | с.-т. | 0,05 | 2 |
| 42 | Медь | ПДК | орг. привк. | 1,0 | 3 |
| 43 | Магния хлорат | ПДК | опт. | 20,0 | 3 |
| 44 | а-Нафтол | ПДК | орг. запах | 0,1 | 3 |
| 45 | Нафталин | ПДК | орг. запах | 0,01 | 4 |
| 46 | Нитроэтан | ПДК | с. -т. | 1.0 | 2 |
| 47 | Натрий | ПДК | с. -т. | 200,0 | 2 |
| 48 | Нитриты (по NO ₂) | ПДК | с.-т . | 3,3 | 2 |
| 49 | Никель | ПДК | с. -т. | 0,1 | 3 |
| 50 | нитрозофенол | ПДК | орг. окр. | 0,1 | 3 |
| 51 | Оксид пропилена | ПДК | с.-т. | 0,01 | 2 |
| 52 | Пиридин | ПДК | с. -т. | 0,2 | 2 |
| 53 | Пентахлор фенол | ПДК | с. -т. | 0,01 | 2 |
| 54 | Персульфат аммония | ПДК | с.- т . | 0,5 | 2 |
| 55 | Ртуть | ПДК | с.-т. | 0,0005 | 1 |
| 56 | Стирол | ПДК | орг. зап. | 0,1 | 3 |
| 57 | Сульфодимезин | ПДК | общ. | 1,0 | 3 |
| 58 | Спирт бутиловый нормальный | ПДК | с. -т. | 0,1 | 2 |
| 59 | Спирт фур иловый | ОДУ | с. -т. | 0,6 | 2 |
| 60 | Спирт изобутиловый | ПДК | с. -т. | 0,15 | 2 |
| 61 | Стирол | ПДК | орг. зап. | 0,1 | 3 |
| 62 | Стронции (стабиль- ный) | ПДК | с.-т. | 7,0 | 2 |
| 63 | Толуол | ПДК | орг. зап. | 0,5 | 4 |
| 64 | Тетрагидрофуран | ПДК | общ. | 0,5 | 4 |
| 65 | Тетранитрометан | ПДК | орг. зап. | 11,5 | 4 |
| 66 | Фенол | ПДК | орг. зап. | 0,001 | 4 |
| 67 | Фурфурол | | | 1,0 | 4 |
| 68 | Формальдегид | ПДК | с. -т. | 0,055 | 2 |
| 69 | Хром (Cr ⁶⁺) | ПДК | С.-т. | 0,5 | 3 |
| 70 | Хлороформ | ПДК | с. -т. | 0,06 | 2 |
| 71 | Циклогексан | ПДК | с. -т. | 0,1 | 2 |
| 72 | Четыреххлористый углерод | ОДУ | с. -т. | 0,006 | 2 |
| 73 | Этилацетат | ПДК | с. -т. | 0,2 | 2 |
| 74 | Этилакрилат | ПДК | орг. зап. | 0,005 | 4 |
| 75 | Этиленгликоль | ПДК | с. -т. | 1.0 | 3 |
| | | ПДК | | | |

ЗАДАЧИ

Задача 1

В воде водоема обнаружены:

фенол — 0,0006 мг/л;

толуол — 0,03 мг/л;

бутиловый спирт — 0,08 мг/л;

пиридин — 0,05 мг/л;

керосин — 0,003 мг/л;

висмут — 0,04 мг/л;

нитроэтан — 0,02 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 2

В воде водоема обнаружены:

аммиак — 0,8 мг/л;

белково-витаминный концентрат — 0,009 мг/л;

кислота бензойная — 0,1 мг/л;

кислота олеиновая — 0,3 мг/л ;

кислота уксусная — 0,2 мг/л;

кремний — 2 мг/л;

ртуть — 0,0006 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 3

В воде водоема обнаружены:

бутилацетат — 0,004 мг/л;

бензин — 0,02 мг/л;

диметилсульфоксид — 0,015 мг/л;

диметилдисульфид — 0,01 мг/л;

кислота муравьиная — 0,8 мг/л;

альфа-нафтол — 0,04 мг/л;

стирол — 0,01 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 4

В воде водоема обнаружены:

этилацетат — 0,04 мг/л;

хром (Cr^{+3}) — 0,12 мг/л;

хлороформ—0,02 мг/л;
нафталин — 0,02 мг/л;
мышьяк — 0,01 мг/л;
литий — 0,01 мг/л;
дифениламин — 0,03 мг/л;
бор — 0,06 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 5

В воде водоема обнаружены:
аллил хлористый — 0,05 мг/л;
анилин — 0,04 мг/л;
ацетальдегид — 0,07 мг/л;
бензин — 0,03 мг/л;
бензилпенициллин — 0,01 мг/л;
винил хлористый — 0,02 мг/л;
дибутиламин — 0,05 мг/л;
натрий — 10,0 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 6

В воде водоема обнаружены:
четырёххлористый углерод — 0,002 мг/л;
циклогексан — 0,04 мг/л;
этилакрилат—0,008 мг/л;
фурфурол — 0,09 мг/л;
сульфадимезин — 0,2 мг/л;
спирт фуrolовый — 0,03 мг/л;
стирол — 0,05 мг/л;
нитраты — 1,0 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 7

В воде водоема обнаружены:
никель — 0,02 мг/л;
оксид пропилен — 0,005 мг/л;
магния хлорат — 2,4 мг/л;
кислота щавелевая — 0,1 мг/л;

кислота масляная — 0,2 мг/л;
кадмий — 0,0004 мг/л;
дифениламин — 0,06 мг/л;
винилацетат — 0,04 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 8

В воде водоема обнаружены:

ампициллин — 0,002 мг/л;
белково-витаминный концентрат — 0,005 мг/л;
бензилпенициллин — 0,004 мг/л;
бутилацетат — 0,2 мг/л;
глицерин — 0,01 мг/л;
диметиламин — 0,02 мг/л;
кислота уксусная — 0,3 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 9

В воде водоема обнаружены:

литий — 0,01 мг/л;
фурфурол — 0,3 мг/л;
циклогексан — 0,04 мг/л;
марганец — 0,01 мг/л;
бериллий — 0,00001 мг/л;
диизобутиламин — 0,01 мг/л;
диэтиламин — 0,2 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.
Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 10

В воде водоема обнаружены:

кислота муравьиная — 1,1 мг/л;
пентахлорфенол — 0,004 мг/л;
персульфат аммония — 0,09 мг/л;
хлороформ — 0,01 мг/л;
тетрагидрофуран — 0,6 мг/л;
дихлорэтан — 0,008 мг/л;
бром — 0,05 мг/л;
ацетоксим — 0,5 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 11

В воде водоема обнаружены:

барий — 0,04 мг/л;
дифениламин — 0,01 мг/л;
нитрозофенол — 0,04 мг/л;
тетранитрометан — 0,1 мг/л;
кислота монохлоруксусная — 0,02 мг/л;
стирол — 0,2 мг/л;
спирт изобутиловый — 0,03 мг/л;
стронций — 1,2 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 12

В воде водоема обнаружены:

медь — 0,2 мг/л;
аммиак — 0,5 мг/л;
формальдегид — 0,02 мг/л;
этиленгликоль — 0,06 мг/л;
нитроэтан — 0,03 мг/л;
этилацетат — 0,04 мг/л;
гидразин — 0,004 мг/л;
дициандиамид — 3 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 13

В воде водоема обнаружены:

бутилацетат — 0,06 мг/л;
анилин — 0,07 мг/л;
бензилпенициллин — 0,01 мг/л;
винил хлористый — 0,005 мг/л;
этилацетат — 0,03 мг/л;
аммиак — 0,5 мг/л;
фурфурол — 0,1 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

Задача 14

В воде водоема обнаружены:

марганец — 0,05 мг/л;

никель — 0,02 мг/л;

четырёххлористый углерод — 0,006 мг/л;

белково-витаминный концентрат — 0,03 мг/л;

медь — 0,3 мг/л;

бром — 0,04 мг/л;

хлороформ — 0,02 мг/л;

формальдегид — 0,03 мг/л.

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам.

Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

РАЗДЕЛ 1

Тема 1. Загрязнение. Виды загрязнения: химическое, физическое, биологическое, механическое

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 3 | 5 | 2 | 9 | 1 |
| 2 | 1 | 6 | 2 | 10 | 2 |
| 3 | 1 | 7 | 2 | | |
| 4 | 1 | 8 | 3 | | |

Тема 2. Загрязнение атмосферного воздуха: источники, количество и структура загрязнений

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 3 | 4 | 3 | 7 | 2 |
| 2 | 4 | 5 | 2 | 8 | 2 |
| 3 | 1 | 6 | 4 | | |

Тема 3. Загрязнение гидросферы

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 4 | 4 | 1 | 7 | 1 |
| 2 | 1 | 5 | 4 | 8 | 2 |
| 3 | 3 | 6 | 1 | | |

Тема 4. Очистка и обеззараживание сточных вод

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 1 | 5 | 2 | 9 | 2 |
| 2 | 1 | 6 | 3 | 10 | 3 |
| 3 | 1 | 7 | 2 | | |
| 4 | 2 | 8 | 1 | | |

Тема 5. Загрязнение лекарственных растений. Охрана лекарственных растений

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 3 | 4 | 3 | 7 | 4 |
| 2 | 2 | 5 | 2 | 8 | 2, 4 |
| 3 | 4 | 6 | 3 | | |

РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Тема 1. Экологические платежи. Плата за негативное воздействие на окружающую среду

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 1 | 4 | 1, 3, 4 | 7 | 1, 2, 3 |
| 2 | 1 | 5 | 1, 2 | 8 | 3, 4 |
| 3 | 1 | 6 | 1, 4 | | |

РАЗДЕЛ 3. ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Тема 1. Факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 2 | 5 | 3 | 9 | 1 |
| 2 | 1 | 6 | 4 | 10 | 1 |
| 3 | 2 | 7 | 4 | | |
| 4 | 1 | 8 | 2 | | |

Тема 2. Экология жилища

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1 | 2 | 5 | 4 | 9 | 1 |
| 2 | 2 | 6 | 3 | 10 | 3 |
| 3 | 1 | 7 | 4 | | |
| 4 | 4 | 8 | 2 | | |

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Экология человека [Электронный ресурс] : учебник / под ред. А. И. Григорьева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 240 с. Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
2. Большаков, А. М. Общая гигиена [Электронный ресурс] : учебник / А. М. Большаков. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 432 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
3. Зайцев, В. А. Промышленная экология: учебное пособие / В. А. Зайцев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 385 с.

Дополнительная литература:

1. Агаджанян, Н. А. Экология человека и концепция выживания: учебное пособие для студентов медицинских и фармацевтических вузов / Н. А. Агаджанян, А. И. Воложин, Е. В. Евстафьева; Всероссийский учебно-научно-методический центр по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию. – М. : ВУНМЦ, 2001. – 240 с.
2. Шилов, И.А.. Экология / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2011. – 511с.
3. Шилов, И. А. Экология [Электронный ресурс]: учебник для студентов высших биологических и медицинских специальностей высших учебных заведений / И. А. Шилов. – М. : Юрайт, 2016. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>.
4. Большаков А.М. Общая гигиена: учебник для студентов фармацевтических вузов и фармацевтических факультетов медицинских вузов / А.А.Большаков, И.М.Новикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2005. – 384 с.
5. Большаков, А. М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 040500 – Фармация / А. М. Большаков. – М. : Медицина, 2004. – 272 с.
6. Волкотруб, Л. П. Гигиена труда на предприятиях химико-фармацевтической промышленности: учебно-методическое пособие / Л. П. Волкотруб, Т. В. Андропова ; рец. О. В. Сафронова ; – Томск : Сибирский государственный медицинский университет, 2016. – 164 с.
7. Волкотруб, Л. П. Гигиена труда на предприятиях химико-фармацевтической промышленности : учебно-методическое пособие / Л. П. Волкотруб, Т. В. Андропова ; рец. О. В. Сафронова ; Сибирский медицинский университет (Томск). – Томск : Сибирский государственный медицинский университет, 2016. – 164 с.

8. Гигиена, санология, экология [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 040600 «Сестринское дело» / под ред. Л. В. Воробьева. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://books-up.ru>.

9. Иванов, В. П. Медицинская экология [Электронный ресурс] : учебник для медицинских вузов / В. П. Иванов, Н. В. Иванова, А. В. Полоников. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://books-up.ru>.

10. Louis, T. McGuinn, Y.C. Pollution prevention / T. Louis, Y.C. McGuinn. – New York : Van Nostrand Reinhold, 1992. – 366 p.

11. Environmental Protection Agency (EPA) [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа : https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryID=129115

12. Environmental Protection Agency (EPA) [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа : https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/pharmaceutical-manufacturing_dd_1998.pdf

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>
- ЭБС «Book-Up» <http://books-up.ru>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>
- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС СибГМУ <http://irbis64.medlib.tomsk.ru>

Учебное издание

Коломиец Н.Э., Полуэктова Т.В., Абрамец Н.Ю.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор Е.В. Антошина
Технический редактор И.Г. Забоенкова
Обложка И.Г. Забоенкова

Издательство СибГМУ
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107
тел. +7 (3822) 901–101, доб. 1760
E-mail: otd.redaktor@ssmu.ru

Подписано в печать 08.06.2021 г.
Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Гарнитура «Arial». Печ. л. 11. Авт. л. 8,8
Тираж 100 экз. Заказ № 14

Отпечатано в Издательстве СибГМУ
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2
E-mail: lab.poligrafii@ssmu.ru