Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Ставропольский государственный аграрный университет»

**ЭКОЛОГИЯ**

**учебно-методическое пособие**

**к практическим занятиям**

Ставрополь

2021

**Рецензент:**

**Коровин А.А.** – доктор медицинских наук, начальник отдела анализа состояния окружающей среды и долгосрочных программ и планов министерства природных ресурсов охраны окружающей среды Ставропольского края

**Экология**: учебно-методическое пособие к практическим занятиям / Е. Е. Степаненко, Т. Г. Зеленская Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2021. – 112 с.

В учебно-методическом пособии представлены практические задания по курсу «Экология». Решение представленных задач предусматривает теоретические знания основных принципов экологии. Выполнение приведенных заданий обеспечивает развитие навыков экологического мышления, закрепление и совершенствование теоретических знаний.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Предисловие …………………………………………………………... | | 4 |
|  | |  |
| ТЕМА 1. | ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ…………………………. | 6 |
| Занятие 1. | Исторические аспекты развития экологии………… | 16 |
| Занятие 2. | Экологические кризисы и революции..……………… | 15 |
| ТЕМА 2. | ОСНОВЫ АУТЭКОЛОГИИ………………………….. | 19 |
| Занятие 3. | Адаптации организмов к действию экологических факторов……………………………………………… | 19 |
| ТЕМА 3. | ОСНОВЫ ДЕМЭКОЛОГИИ И СИНЭКОЛОГИИ….. | 25 |
| Занятие 4. | Демографические показатели популяции. Динамика численности популяции..………………..…..... | 25 |
| Занятие 5. | Функциональная и трофическая структура экосистем……………………………………...……………... | 28 |
| ТЕМА 4. | КОНЦЕПЦИЯ БИОСФЕРЫ…………………………... | 33 |
| Занятие 6. | Экологические законы биосферы..……………….... | 33 |
| ТЕМА 5. | ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА…...................................................................... | 40 |
| Занятие 7. | Классификация техногенных источников загрязнения……………………………………………...……... | 40 |
| ТЕМА 6. | ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА……………………………….. | 49 |
| Занятие 8. | Нормирование образования отходов…...……….…. | 49 |
| Занятие 9. | Рассеяние загрязняющих веществ в окружающей среде….….…..………………………………………… | 56 |
| Занятие 10. | Расчет риска угрозы для здоровья человека от пороговых токсикантов….…….……………………….. | 59 |
| Занятие 11. | Расчет риска угрозы для здоровья человека от безпороговых токсикантов ………...……………….. | 73 |
| ТЕМА 7 | АДМИНИСТРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ…………………………... | 85 |
| Занятие 12. | Экономический механизм природопользования и охраны окружающей среды…………..…………...... | 85 |
| ТЕМА 8. | ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ………………………. | 92 |
| Занятие 13. | Расчет экологического ущерба от экологического правонарушения..………………………………...….. | 92 |
| ТЕМА 9 | ОВОС В ПРОЕКТАХ БАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ… | 96 |
| Занятие 14. | Геоэкологическое обоснование размещения ТЭЦ... | 96 |
| Список вопросов для сдачи зачета…………………………………. | | 108 |
| Список использованной литературы ……………………………… | | 110 |

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Курс «Экология» предназначен для формирования у студентов понимания основ экологии.

В результате изучения дисциплины студент должен знать: современные требования, предъявляемые экологическим законодательством к оценке воздействия предприятий различных отраслей экономики; содержание и процедуру проведения оценки воздействия на окружающую среду; принципы, методические и организационные вопросы, правовую, нормативную и методическую основу будущего функционирования предприятий, системы экологического менеджмента.

Также студент должен приобрести навыки проведения оценки воздействия на окружающую среду, экологической документации, технологий, новой техники и иных проектов, отражающих деятельности предприятий в сфере охраны окружающей среды.

При изучении дисциплины «Экология» важное значение имеет приобретение практических навыков решения конкретных задач в данной области. В связи с этим целью данного учебного пособия является закрепление теоретических знаний по экологическому обоснованию предпроектной, проектной документации предприятий; овладение приемами и методами оценок воздействия на окружающую среду, экологического нормирования, формирование профессионального экологического мышления.

Выполнение практических занятий рассчитано на аудиторную нагрузку, но с учетом самостоятельной подготовки студентов к каждому занятию. Самостоятельная подготовка включает повторение лекционного материала, а также работу с рекомендованной литературой. Кроме того, основной базовый материал, необходимый для выполнения расчетно-аналитических задач, представлен в данном учебном пособии.

**ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ**

**ЗАНЯТИЕ 1**

**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ**

***Цель занятия*:** изучить основные исторические аспекты и этапы развития экологии.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

К становлению основных понятий и принципов современной экологии вел долгий путь Г.С. Розенберг (1992 г.) представил его в виде календаря экологических событий (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Календарь экологических событий (по Г.С. Розенбергу, с изменениями и дополнениями)

| **Годы** | **Автор** | **Страна** | **Экологическая информация** |
| --- | --- | --- | --- |
| VI-IV вв. до н.э | - | Древняя Индия | Эмпирические поэмы «Махабхарата» и «Рамаяна» – описан образ жизни и мест обитания примерно 50 видов животных |
| 490-430 гг. до н.э. | Эмпедокл из Акра-ганта | Древняя Греция | Рассмотрел связь растений со средой обитания |
| 384-285 гг. до н.э. | Аристотель | Древняя Греция | «История животных» – классификация животных, имеющих экологическую окраску |
| 384-285 гг. до н.э. | Теофраст (Феофраст) | Древняя Греция | «Исследования о растениях» – описал около 500 видов растений и их сообщества |
| 79-23 гг. до н.э. | Плиний Старший | Древний Рим | «Естественная история» – обобщил данные по зоологии, ботанике, лесному хозяйству |
| 1202 г. | Леонардо из Пизы (Фибоначчи) | Италия | Сформулировал первую задачу математической теории популяций (с учетом возрастной структуры) |
| 1670 г. | Бойль Р. | Англия | Осуществил первый экологический эксперимент: влияние низкого атмосферного давления на различных животных |
| 1686 г. | Рей Дж. | Англия | Сформулировал проблему определения биологических критериев выделения вида (в дальнейшем «концепция вида» развита трудами К. Линнея, Ж. Б. Ламарка, Ч. Дарвина и др.) |
| 1700 г. | Турнефор Ж. П. де | Франция | Одним из первых описал вертикальную поясность растительности в горах и сравнил ее с горизонтальной зональностью растительности в равнинных условиях (основой послужили данные экспедиции на гору Арарат) |
| 1715 г. | Левенгук А. ван | Голландия | Впервые изучил «пищевые цепи» и некоторые механизмы регуляции численности популяций |
| 1749 г. | Линней К. | Швеция | «Экономия природы» – типология местообитаний. Основы систематики» |
| 1749 г. | Бюффон Ж. | Франция | «Естественная история» – идеи изменчивости видов под влиянием среды |
| 1794 г. | Дарвин Э. | Англия | Опубликовал труд «Зоономия, или Законы органической жизни», в котором развил своеобразные преставления об эволюции организмов. В поэмах «Ботанический сад» (1789) и «Храм природы» (1803) в поэтической форме популяризировал свои естественнонаучные воззрения |
| 1798 г. | Мальтус Т. Р. | Англия | В работе «Опыт о законе народонаселения» предложил уравнение геометрического (экспоненциального) роста; первая математическая модель роста популяции |
| 1809 г. | Ламарк Ж. Б. П. | Франция | В двухтомной «Философия зоологии» дал представления о сущности взаимодействия в системе «организм – среда» |
| 1824 г. | Эдвардс В. | Франция | «Влияние физических агентов на жизнь» – первая сводка по экологической физиологии |
| 1831-1836 гг. | Дарвин Ч. Р. | Англия | Кругосветное путешествие на корабле «Бигль»; все наблюдения обобщены в «Дневнике изысканий» (1839) – одном из первых комплексных экологических исследований |
| 1840 г. | Морран Ш. | Бельгия | Закрепил термин «фенология» за учением о сезонных явлениях в природе |
| 1840 г. | Либих Ю. | Германия | Сформулировал закон минимума (лимитирующих факторов) |
| 1855 г. | Декандоль А. | Франция-Швейцария | «Ботаническая география», в 2 т. – изучил закономерности расселения растений в зависимости от среды и геологической истории, создал основы учения о происхождении культурных растений |
| 1858 г. | Рулье К. Ф. | Россия | Обосновал метод экологического изучения животных, обосновал воздействие среды на развитие органического мира |
| 1859 г. | Дарвин Ч. Р. | Англия | В работе «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» - кроме широко известных эволюционных идей в работе представлен большой материал по экологическим закономерностям жизни растительных и животных сообществ. Работа стала основополагающей для Э. Геккеля при создании науки «экология» |
| 1860 г. | Миддендорф А. Ф. | Россия | «Путешествие на север и восток Сибири», в 2 тт., на основе путешествий на Кольский полуостров (1840), на Таймыр и в Якутию (1842-1845) – описаны биогеографические закономерности Сибири |
| 1861 г. | Сеченов И. М. | Россия | В публичных лекциях «Так называемые растительные акты в животной жизни», где высказал принцип единства: «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него» |
| 1866 г. | Геккель Э. | Германия | «Всеобщая морфология организмов», в 2 тт. - предложил понятие «экология»: «...биология смешивается с экологией, с наукой об экономии, об образе жизни, о внешних жизненных отношениях организмов друг с другом и т. д.» (т. I, с. 8) |
| 1870 г. | Спенсер Г. | Англия | «Изучение социологии». Совместно с работами Т. Г. Гексли (1863) и Дж. П. Марша (1864) заложил основы экологии человека |
| 1875 г. | Зюсс Э. | Австрия | «Лик Земли» – утвердил в науке понятие «биосфера» (независимо от Э. Реклю) |
| 1877 г. | Мебиус К. А. | Германия | Предложил понятие «биоценоз». |
| 1883 г. | Докучаев В. В. | Россия | «Русский чернозем» – о заложил основы учения о почвах (почвоведение) и о ландшафтах. |
| 1895 г. | Варминг Й. Э. | Дания | «Экологическая география растений» (рус. Пер., 1901) – впервые использовал термин «экология» по отношению к растениям, вслед за Ф. Унгером развил основы экологической ботаники. Предложил понятие «жизненные формы» |
| 1896 г. | Бекетов А. Н. | Россия | «География растений» - первый оригинальный учебник |
| 1896 г. | Хэдсон У. | Англия | Предложил понятие «волны жизни» для описания динамики численности животных (переоткрыто в 1905 г. Четвериковым С. С.). |
| 1896 г. | Шретер К., Кихнер О. | Германия, Швейцария | Предложили различать аут- и синэкологию (закреплено в 1910 г. решением III Международного ботанического конгресса) |
| 1901 г. | Каулс Т. | США | Создал учение о сукцессионных сериях, одновременно с Г. Уитфордом (США) предложил понятие «климакс» |
| 1902 г. | Жаккар П. | Франция | Разработал количественный метод сравнения флор, заложив основы количественно-статистического направления в изучении экосистем |
| 1903 г. | Иогансен В. Л. | Дания | Заимствовал из демографии и ввел в экологию понятие «популяция» |
| 1903 г. | Раункиер К. | Дания | Создал учение о жизненных формах растений (на основе понятия, введенного Э. Вармингом). |
| 1909 г. | Кольквитц Р., Марсон М. | Германия | Разработали основы биоиндикации загрязнения водоемов. |
| 1911 г. | Шелфорд В. | США | Сформулировал закон максимума (толерантности) |
| 1912 г. | Морозов Г. Ф. | Россия | «Учение о лесе» - классическая работа по лесной геоботанике. По мнению В. Н. Сукачева, «Морозов, как никто другой, наполнил богатым содержанием понятия «растительное сообщество» и «фитосоциология» и показал практическое значение последней» |
| 1915 г. | Алехин В. В. | Россия | Сформулировал правило предварения (независимо переоткрыто Г. Вальтером в 1951 г. и в современной экологии известно как правило Вальтера-Алехина). Сходный принцип стаций для насекомых предложил Г. Я. Бей-Биенко в 1959 г. |
| 1915 г. | Высоцкий Г. Н. | Россия | Предложил понятие «экотоп» |
| 1917 г. | Гринелл Дж. | США | Предложил понятие «пространственная экологическая ниша» |
| 1918 г. | Гамс Х. | Швейцария-Австрия | Разделил биологию на идиобиологию (изучение организмов) и биоценологию (изучение сообществ организмов), ввел понятие «фитоценология» |
| 1921 г. | Парк Р., Бюргесс Э. | США | Предложили понятие «экология человека» |
| 1926 г. | Вернадский В. И. | СССР | «Биосфера», в 2 тт. – развил представления о планетарной геохимической роли живого вещества |
| 1927 г. | Леруа Э. | Франция | Предложил понимать под «ноосферой» «духовный пласт жизни» (аналогичной трактовки придерживался Тейяр де Шарден, 1930) |
| 1927 г. | Элтон Ч. | Англия | «Экология животных» – оформил новое научное направление «популяционная экология», предложил закон «пирамиды чисел», понятие «трофическая экологическая ниша» |
| 1933 г. | Кашкаров Д. Н. | СССР | «Среда и сообщество (основы синэкологии)»; «Основы экологии животных» (1938) – первые отечественные учебники по экологии |
| 1933 г. | Леополд О. | США | Предложил понятие «краевой эффект» |
| 1935 г. | Тенсли А. | Англия | Предложил понятие «экосистема» |
| 1939 г. | Тролль К. | Германия | Определил новое научное направление – «экология ландшафтов» (опираясь на работы К. Д. Глинки и Л. С. Берга; СССР, 1927-1929 гг.) |
| 1942 г. | Линдеман Р. | США | Статья «Трофико-динамическое направление в экологическом исследовании» – описал закон «пирамиды энергий» (правило 10%) и методы расчета энергетического баланса экосистемы |
| 1942 г. | Сукачев В. Н. | СССР | Предложил понятие «биогеоценоз» |
| 1944 г. | Вернадский В. И. | СССР | Статья «Несколько слов о ноосфере»: «Биосфера XX столетия превращается в ноосферу, создаваемую прежде всего ростом науки, научного понимания и основанного на ней социального труда человека» |
| 1952 г. | Беркхолдер П. | США | Предложил классификацию биотических взаимодействий по количественным эффектам («+» – положительные, «0» – нейтральные, «-» – отрицательные) |
| 1963 г. | Сочава В. Б. | СССР | Предложил понятие «геосистема» |
| 1968 | Дж. Форрестер, Медоуз Д. | Италия | Идеи глобальной экологии в работах «Римского клуба» |
| 1971 г. | Коммонер Б. | США | «Замыкающий круг». Сформулировал четыре законе экологии |
| 1994 | Реймерс Н.Ф. | Россия | «Экология»: теории, законы, правила, принципы и гипотезы современной «большой экологии» |

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Рассмотрите схему. На схеме расставьте объекты изучения экологии разного уровня в порядке их усложнения: экосистема, популяция, биосфера, особь, биогеоценоз.

**Схема 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | |
| 5. |

**Задание 2**

С помощью информации из таблицы 1.1 заполните таблицу 1.2 «Вклад отечественных ученых в экологическую проблематику».

Таблица 1.2 – Вклад отечественных ученых в экологическую проблематику

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ученый | Годы жизни | Вклад в экологию |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Задание 3**

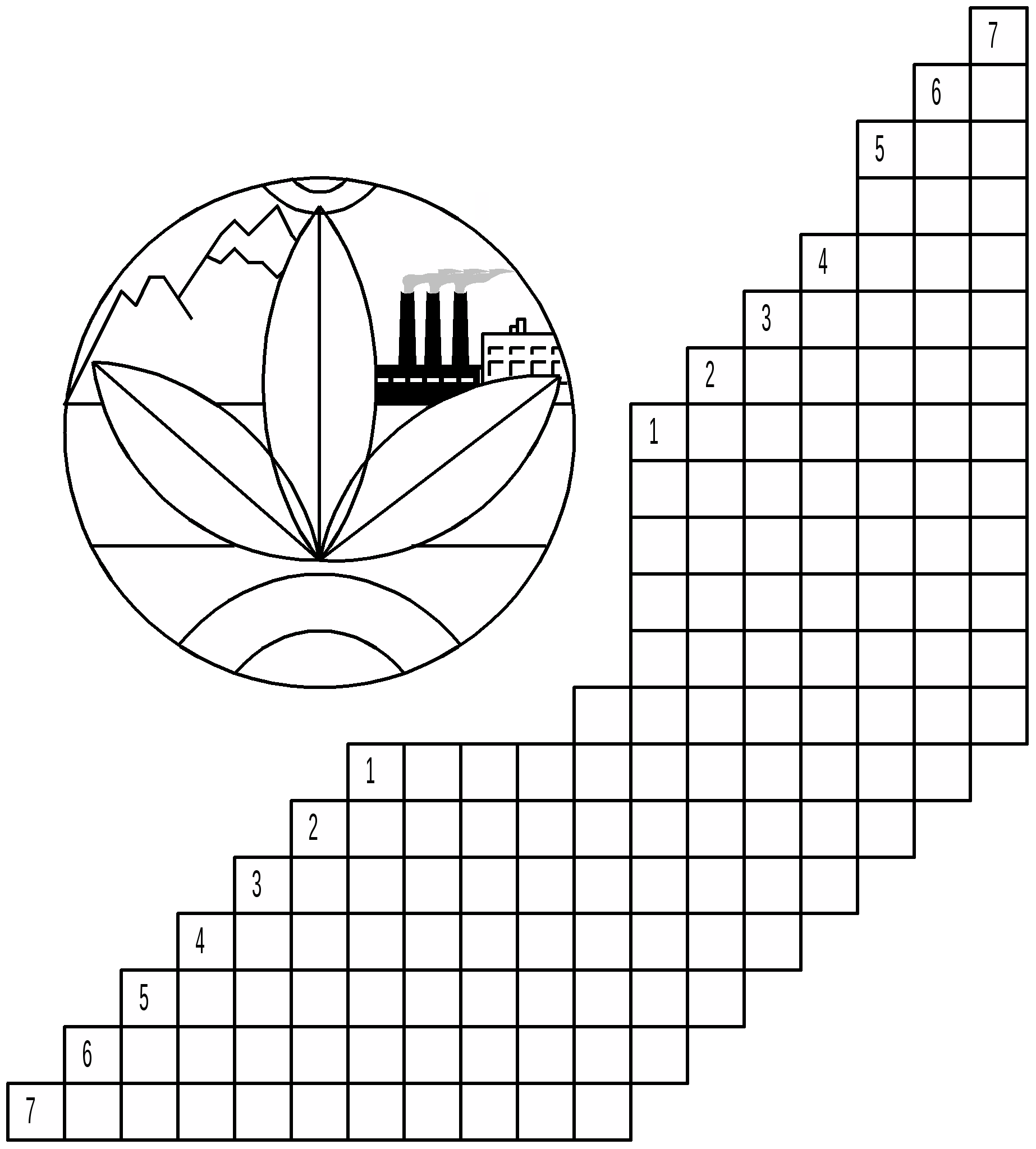
С помощью информации из таблицы 1.1 заполните таблицу 1.2 «Вклад зарубежных ученых в экологическую проблематику».

Таблица 1.3 – Вклад зарубежных ученых в экологическую проблематику

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ученый | Годы жизни | Страна | Вклад в экологию |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Задание 4**

Решите кроссворд:



*По горизонтали:*

1. Раздел экологии, исследующий взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем со средой.
2. Раздел экологии, рассматривающий прямые и обратные связи популяций со средой и внутренне популяционные процессы.
3. Часть биологии, изучающая отношение организмов (особей, популяций, биоценозов) между собой и окружающей средой.
4. Раздел экологии, исследующий экосистемы высоких иерархических уровней - до биосферы включительно.
5. Дисциплина, изучающая отношение организмов и их групп со средой обитания в динамике.
6. Раздел экологии, исследующий взаимоотношения видов со средой.
7. Экологическая дисциплина, изучающая взаимоотношения организма (вида, особи) с окружающей средой.

*По вертикали:*

1. Раздел науки, изучающий взаимоотношения макроиндивида с его внутренними симбионтами и этих симбионтов между собой.
2. Экология градостроительства, новое направление в районной планировке и схемах расселения на больших территориях вплоть до границ всего государства.
3. Сельскохозяйственная экология.
4. Современная всеобщая или "большая" экология.
5. Раздел, изучающий взаимоотношения социальных групп общества с их средой обитания.
6. Эволюционная экология.
7. Историческая экология.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Дайте определение понятию «популяция»
2. Перечислите основные популяционные характеристики.
3. Охарактеризуйте структуру популяции.
4. Какое значение в характеристике популяции имеет соотношение полов?

**ЗАНЯТИЕ 2**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ И РЕВОЛЮЦИИ**

***Цель занятия*:** Проанализировать сущность глобальных экологических проблем мира и России, предложить возможные пути выхода из экологического кризиса.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

*Экологическая проблема –* любые явления, связанные с заметнымивоздействиями человека и природу, обратными влияниями природы на человека и его экономику, с жизненно и хозяйственно значимыми процессами, обусловленными естественными причинами (стихийные бедствия, климатические возмущения и т.д.)

*Экологическая катастрофа* – необратимое явления в природе, представляющее одно из состояний природы, проявляющееся в природной аномалии (отклонение от нормы). Например, длительная засуха, массовый мор скота – природные аномалии.

К экологическим катастрофам могут привести следующие причины, которые в настоящее время являются глобальными экологическими проблемами человечества:

1. Глобальное потепление, сдвиг климатических зон;
2. Озоновые дыры;
3. Частично обратимое загрязнение окружающей среды;
4. Неуничтожимые радиоактивные отходы;
5. Эрозия и сокращение площадей плодородных почв;
6. Демографический взрыв;
7. Истощение невозобновляемых минеральных ресурсов;
8. Энергетический кризис;
9. Резкий рост числа ранее неизвестных и зачастую неизлечимых болезней;
10. Недостаток продуктов питания, перманентное состояние голода большей части населения планеты;
11. Истощение ресурсов мирового океана и его загрязнение.

*Экологический кризис* – напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическими возможностями биосферы.

*Глобальная экологическая проблема* – природное, природно-антропогенное или чисто антропогенное явление, затрагивающее мир в целом (ядерная угроза, глобальное потепление и т.д.). К проблемам глобальным приближаются широко региональные проблемы, охватывающие крупные части биосферы (кислотные осадки и др.).

К глобальным экологическим проблемам относятся:

1. Проблема роста народонаселения;
2. Проблема нехвати продовольствия;
3. Международный терроризм – глобальная экологическая проблема.
4. Парниковый эффект;
5. Проблема разрушения озонового слоя;
6. Проблема деградации почвенного слоя;
7. Проблема деградации растительного мира;
8. Проблема деградации животного мира;
9. Проблема кислотных дождей;
10. Опустынивание как глобальная экологическая проблема;
11. Энергетические проблемы человечества;
12. Проблема загрязнения атмосферы;
13. Проблема загрязнения гидросферы;
14. Проблема загрязнения литосферы;
15. Проблема утилизации твердых бытовых отходов;
16. Проблема утилизации радиоактивных отходов;
17. Проблема снижения видового разнообразия;
18. Проблема глобального изменения климата;
19. Проблема глобального истощения природных ресурсов;
20. Техногенез как глобальная экологическая проблема;
21. Проблемы человечества, связанные с развитием биотехнологии и генной инженерии.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Заполните таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Уровни антропогенного воздействия на природную среду и его последствия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Сила действия** | **Пример** | **Последствия** |
| 1. | Техногенная катастрофа |  |  |
| 2. | Экологическая проблема |  |  |
| 3. | Экологический кризис |  |  |
| 4. | Экологическая катастрофа |  |  |

**Задание 2**

Заполните таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Экологические катастрофы

| **№ п/п** | **Экологические**  **катастрофы** | **Причины**  **возникновения** | **Пути**  **решения** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | Глобальное потепление, сдвиг климатических зон |  |  |
| 2. | Озоновые дыры |  |  |
| 3. | Частично обратимое загрязнение окружающей среды |  |  |
| 4. | Неуничтожимые радиоактивные отходы |  |  |
| 5. | Эрозия и сокращение площадей плодородных почв |  |  |
| 6. | Демографический взрыв |  |  |
| 7. | Истощение невозобновляемых минеральных ресурсов |  |  |
| 8. | Энергетический кризис |  |  |
| 9. | Резкий рост числа ранее неизвестных и зачастую неизлечимых болезней |  |  |
| 10. | Недостаток продуктов питания, перманентное состояние голода большей части населения планеты |  |  |
| 11. | Истощение ресурсов мирового океана и его загрязнение |  |  |

**Задание 3**

Заполните таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Глобальные экологические проблемы

| **№ п/п** | **Экологические**  **проблемы** | **Причины**  **возникновения** | **Пути**  **решения** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | Проблема роста народонаселения |  |  |
| 2. | Проблема нехватки продовольствия |  |  |
| 3. | Парниковый эффект |  |  |
| 4. | Разрушение озонового слоя |  |  |
| 5. | Проблемы кислотных дождей |  |  |
| 6. | Опустынивание |  |  |
| 7. | Загрязнения: |  |  |
| атмосферы |  |  |
| гидросферы |  |  |
| литосферы |  |  |
| 8. | Проблема утилизации радиоактивных отходов |  |  |
| 9. | Снижение видового разнообразия |  |  |
| 10. | Глобальное изменение климата |  |  |
| 11. | Глобальное истощение природных ресурсов |  |  |
| 12. | Техногенез, как глобальная экологическая проблема |  |  |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Дайте определение понятия «экологический кризис», «экологическая ситуация», «экологическая катастрофа».
2. Что такое «экологические проблемы»?
3. Назовите экологические проблемы, вызванные антропогенным воздействием, в регионах с очень острой экологической ситуацией.
4. Перечислите известные вам глобальные экологические проблемы.
5. Каково происхождение «кислотных дождей» и в чем проявляется их губительное воздействие на природу и живые организмы, включая человека?

**ТЕМА 2. ОСНОВЫ АУТЭКОЛОГИИ**

**ЗАНЯТИЕ 3**

**МЕТОДЫ БИОИНДИКАИИ НАЗЕМНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ. ПРОВЕДЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

***Цель занятия*:** изучить способыпроведения фенологических наблюдений, научиться строить феноспектры.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

Фенологические наблюдения – основа всех экологических прогнозов. Так, изменение микроклимата в городской экосистеме сразу же скажется на сроках схода снега, прилета птиц или их зимовки, на изменении видового и популяционного состава городских животных, на распускании листьев деревьев, ходе вегетации, сроках цветения ряда видов и т.д.

Под влиянием неблагоприятных изменений абиотических, биотических и антропогенных факторов среды у растений в пределах генетически обусловленной нормы реакции происходит смещение фенофаз, иногда – накладка одной фенофазы на другую, выпадение фенофаз. Так, например, при сильном суховее пшеница, посеянная на полях с полезащитными полосами оптимальной конструкции, будет проходить последовательно все фенофазы вплоть до формирования полноценных семян. А на полях без защиты полос может быть сокращение сроков прохождения фенофаз, их неполное протекание и в результате – формирование щуплого зерна и его раннее осыпание.

При сильном воздействии антропогенных факторов среды (вредные выбросы предприятий и автотранспорта) у древесных видов появляются пигментные пятна, хлоротические и некротические изменения и повреждения листьев и плодов, раннее опадание листовой пластинки без полного ее расцвечивания и главное – сокращение вегетационного периода на весьма ощутимые сроки (иногда до 1 – 1,5 месяцев).

В условиях городских экосистем при большой нагрузке улиц автотранспортом наиболее сильно на антропогенные воздействия реагируют такие древесные породы, как каштан конский, все виды липы, клен остролистный, ель обыкновенная и сосна обыкновенная. Они могут служить биоиндикаторами, хотя на ряд антропогенных факторов реагируют в той или иной степени все виды. И только комплексная оценка по ряду признаков у разных видов при большой выборке принесет желаемый результат. Различают следующие фенофазы у растений:

1. У травянистых злаковых: всходы, кущение, выход в трубку, образование листьев, цветение, начало созревания плодов, полное их созревание, начало рассеивания плодов и семян.
2. У древесных растений:
3. Зимний покой. Начинается, когда осенью почти у всех листьев изменилась окраска, характерная для летнего состояния, сформировалась почка. Различают стадии покоя: предпокой, глубокий покой, вынужденный покой.
4. Начало весеннего сокодвижения – «весенний плач» (у кленов, берез, винограда). Признаком начала фазы является появление капелек сока после прокола коры.
5. Набухание почек. Наступает, когда почки заметно увеличиваются в размерах, кроющие чешуйки расходятся.
6. Распускание почек. Появляются кончики самых первых листьев (хвоинок), опадают почечные чешуи.
7. Развертывание листьев. Появляются первые листочки, которые могут быть еще очень маленькими, иметь складчатую поверхность, светло-зеленую окраску.
8. Рост побегов. У одних видов (сосна) начинается до появления листьев – хвоинок, у других (тополь, липа) во время роста листьев, у третьих (ольха, береза, лиственница) после появления первых листьев.
9. Летняя вегетация. Начинается, когда первые по времени появления листья приобретут характерные для их летнего состояния размеры и окраску.
10. Осеннее расцвечивание листьев. Начинается со времение появления первых по-осеннему окрашенных листьев. Часто первым признаком фазы служит появление в кронах деревьев отдельных веток с полностью пожелтевшими листьями. У вечнозеленых растений фаза характеризуется отмиранием самых старых листьев (хвои).
11. Осеннее опадение листьев. Обычно начинается одновременно с расцвечиванием листье. У растений их рода ольховых, тполевых – со времени опадения первых зеленых листьев.

Различают так же репродуктивные фазы, которые можно показать на отдельном феноспектре. У древесных растений они следующие:

1. Бутонизация. Распознается при появлении первых признаков бутонов (яблоня, слива, черемуха) или разрыхлении сережек (ольха, береза).
2. Цветение. Признак начала фазы – раскрывание кончиков у первых появившихся цветков (клен, боярышник, яблоня) или высыпание пыльцы (ольха, береза, ель, сосна).
3. Созревание плодов. Начинается со времени достижения плодами размеров, характерных для их зрелого состояния.
4. Рассеивание плодов. Признаком вступления растения в эту фазу является опадение зрелых плодов и поедание их животными.

Для растений за начало массового наступления фенофазы принято считать момент, после которого в фазу вступило не менее 40-50 % состава взятой под наблюдение популяции.

Наиболее информативным суммарным признаком влияния антропогенных или других (абиотических и биотических) факторов среды является длина вегетационного периода. За начало вегетационного периода в метеорологии условно принимается момент, когда среднемесячная температура превышает +5 оС. При этом надо различать место проведения наблюдений. Так в Сибири, при сильном промерзании почвы в зимний период, весной, даже при среднесуточной температуре воздуха, превышающей +5 оС, вегетация у растений часто не наблюдаются. В районах же с непромерзающей почвой (Ставропольский, Краснодарский края) весной при температуре воздуха выше нуля может начаться вегетация у некоторых растений.

Биологи за начало вегетации у растений принимают первые признаки набухания почек, реже – появление кончиков листьев. Другие ученые за начало вегетации принимают те весенние изменения в растениях, при которых обязательно поступление воды.

У многих растений таким признаком может считаться наступление набухания почек, т.е. времени очень заметного и почти беспрерывного роста.

У вечнозеленых растений, помимо восстановления тургора (если он был утрачен), очень хорошим признаком начала вегетации следует считать ясно отмечаемое приобретение листьями багульника, брусники, хвоей можжевельника, сосны, ели типичной для лета темной окраски. В лесах начало весеннего плача у березы, клена является первым признаком начала вегетации. Таким же информативным признаком является развертывание листьев у весенних эфемероидов.

За конец вегетации метеорологи принимают образование снежного покрова.

Многие исследователи концом вегетации считают опадение листьев у древесных пород. Другие принимают за конец вегетации у летнезеленого растения момент, когда заканчивается фаза осеннего расцвечивания листьев, т.е. фактически – разрушение хлорофилла и окончание фотосинтеза. У вечнозеленых растений за окончание периода вегетации считается правильным отмечать ту дату, когда начинается изменение летней окраски листьев или хвои (частичное разрушение хлорофилла).

Индикаторами осенних заморозков служат сельхоз культуры: картофель, помидоры, огурцы, на юге – хлопчатник; так же декоративные виды – георгины, бархатцы, на юге – канны. Отмечаются для каждого вида первые повреждения и полная гибель растений от данного вида заморозков.

Фенологические наблюдения за индикационными объектами проводятся или на отдельных модельных экземплярах (при этом затруднен выбор средней модели), либо на всей популяцией или группе особей. Следует отметить, что все весенние фазы проходят в более короткие сроки по сравнению с осенними. Так, фазы облиствения и зацветания обычно проходят довольно дружно и завершаются за 9-11 суток и менее, а фазы расцвечивания листьев осеннего их опадения, созревания плодов могут быть растянуты на 1-1,5 месяца. Примерно такую же разница наблюдается при сравнивании фенофаз у одних и тех же видов в условиях уличных посадок городской экосистемы по сравнению с более чистой зоной загородных территорий.

Вполне очевидно, что попытка характеризовать осеннее пожелтение листвы по случайно выбранному модельному дереву обречена на неудачу. В ряде руководств за начало фазы рекомендуется принимать день, когда в фазу вступило 5-10% состава популяции, а за начало массового прохождения фенофазы принято считать момент, когда в фазу вступило не менее 40-50% состава взятой под наблюдение популяции.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Постройте феноспектры и анализируйте их. (Пример 3.1)

Выбирают условные обозначения для отдельных фенофаз, согласно заданию строят график, называемый феноспектром.

Каждая фенофаза постепенно переходит в другую фенофазу, поэтому линии раздела между фенофазами наклонные (это означает, что растения переходят из одной фазы в другую не одновременно). Построить и объяснить феноспектры по таблице 3.1 (прохождение фенофаз).

1. Нанести на феноспектр длину вегетационного периода древесных пород в резко различающихся условиях среды.
2. Объяснить изменения феноритмов при произрастании древесных пород в разных экологических условиях и возможности использования этого интегрального показателя как весьма информативного биоиндикатора.

Таблица 3.1 – Сроки начала и окончания фенофаз у древесных видов в разных экологических условиях

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № фенофазы | Название фенофазы | Сроки прохождения фенофаз | | | |
| Задание 1а (порода – каштан) | | Задание 1б (порода – липа) | |
| Вблизи водоема | Центральные улицы | Загородный парк | Центральные улицы |
| 3 | Начало набухания почек | 10.04-30.04 | 30.03-10.04 | 10.04-25.04 | 05.04-10.04 |
| 4 | Начало облиствения | 30.04-05.05 | 10.04-20.04 | 25.04-05.05 | 10.04-20.04 |
| 5 | Развертывание листьев | 05.05-20.05 | 20.04-15.05 | 05.05-20.05 | 20.04-22.04 |
| 6 | Рост побегов | 20.05-10.09 | 10.05-15.08 | 10.05-25.08 | 05.05-30.07 |
| 7 | Фаза летней вегетации: |  |  |  |  |
| начало | 10.06-15.06 | 01.05-20.05 | 25.05-30.05 | 20.05-25.05 |
| конец | 15.09-20.10 | 16.08-20.08 | 25.08-15.09 | 10.08-15.08 |
| 8а | Начало осеннего расцвечивания листьев (появление первой желтизны) | 15.09-20.10 | 16.08-20.08 | 25.08-15.09 | 10.08-15.08 |
| 8б | Полное расцвечивание листьев | 20.10-20.11 | 30.08-10.09 | 25.09-20.10 | 25.08-30.08 |
| 9а | Начало осеннего листопада | 20.11-10.12 | 30.08-30.09 | 10.10-25.10 | 30.08-10.09 |
| 9б | Полное опадение листьев | Не произошло | 30.09-30.11 | 25.10-25.11 | 10.09-20.11 |

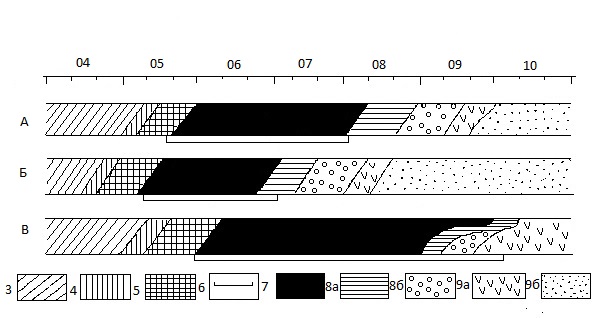


Рисунок 3.1 Образец феноспектров (прохождение фенофаз) лиственниц разного географического происхождения в культурах в 60 км на север от г. Красноярска

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Что такое фенологические наблюдения?
2. Чем обусловлена накладка одной фенофазы на другую и выпадение фенофаз?
3. При каких условиях на листьях древесных растений образуются пигментные пятна?
4. Какие древесные породы реагируют наиболее сильно на антропогенные воздействия такие.
5. Какие репродуктивные фазы различают у древесных растений?

**ТЕМА 3. ОСНОВЫ ДЕМЭКОЛОГИИ И**

**СИНЭКОЛОГИИ**

**ЗАНЯТИЕ 4**

**ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОПУЛЯЦИИ. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ**

***Цель занятия*:** Сформировать представление о популяции как единице существования вида, доказать, что популяция обладает динамическими характеристиками.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

*Демография (греч. Демос – народ)* – наука, изучающая население, структуру, состав, динамику и воспроизводство (рождаемость, смертность, продолжительность жизни) в их общественно-исторической обусловленности.

В последние годы формируется новое направление демографии – демография экологическая, исследующая взаимосвязь демографических процессов со средой обитания людей.

В данном разделе будут использоваться следующие общепринятые понятия:

*Средний коэффициент рождаемости (СКР)* – среднее число детей, которое рождает женщина в течение жизни;

*Общий коэффициент рождаемости (ОКР)* – среднее число родившихся за год детей на 1000 человек населения;

*Общий коэффициент смертности (ОКС)* – среднее число умерших за год людей на 1000 человек населения;

*Естественный прирост населения* – разность между ОКР и ОКС. Чтобы выразить естественный прирост в процентах, его значение надо разделить на 10;

*Демографический переход* – период увеличения численности населения в стране или мире, обусловленный высокой рождаемостью при резком снижении смертности, особенно детской;

*Демографический потенциал* – увеличение численности населения, несмотря на сокращение рождаемости до уровня простой воспроизводимости;

*Демографический взрыв* – резкое увеличение темпов роста народонаселения, обусловленное интенсивным снижением смертности, особенно детской, при сохранении высокой рождаемости.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

С помощью базового материала заполните таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Термины и определения «Динамика популяций»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Термин** | **Определение** |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Задание 2**

Используя данные таблиц 4.2 и 4.3 рассчитайте общий рост и темп роста популяции человека в разных регионах Земного шара за 1981 год. Запишите в виде гистограммы. Сравните полученные данные.

Таблица 4.2 – Статистика рождаемости в различных странах и регионах (цифры указывают число живых детей, рождающихся за год на 1000 человек)

| **Страны** | **Число** | **Регионы** | **Число** |
| --- | --- | --- | --- |
| Кения | 53 | Африка | 46 |
| Конго | 45 | Латинская Америка | 32 |
| Иран | 44 | Азия | 29 |
| Египет | 41 | Северная Америка | 16 |
| Индия | 36 | Австралия | 16 |
| Южная Африка | 36 | Европа | 14 |
| Мексика | 33 |
| Италия | 12 |
| Швеция | 12 |
| ФРГ | 10 |

Таблица 4.3 – Статистика смертности в различных странах и регионах (цифры указывают на число смертей за год на 1000 человек)

| **Страны** | **Число** | **Регионы** | **Число** |
| --- | --- | --- | --- |
| Кения | 14 | Африка | 17 |
| Конго | 19 | Латинская Америка | 9 |
| Иран | 14 | Азия | 11 |
| Египет | 11 | Северная Америка | 9 |
| Индия | 15 | Австралия | 7 |
| Южная Африка | 12 | Европа | 9 |
| Мексика | 8 |
| Италия | 9 |
| Швеция | 11 |
| ФРГ | 11 |

**Задание 3**

Используя таблицу 4.4, постройте график «Средние годовые темпы прироста населения России». Сделайте вывод.

Таблица 4.4 – Средние годовые темпы прироста населения России

|  |  |
| --- | --- |
| **Годы** | **Темп роста (промилле)** |
| 1956-1960 | 14,7 |
| 1966-1970 | 5,5 |
| 1976-1980 | 6,4 |
| 1986-1990 | 6,5 |
| 1991 | 1,1 |
| 1992 | 0,2 |
| 1993 | 0,3 |
| 1994 | -1,0 |

**Задание 4**

Используя таблицу 4.5, рассчитайте жизненную силу населения различных регионов по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.1) |

СЖП – средний жизненный потенциал (средняя продолжительность жизни);

R – число рождений;

S – число смертей;

N – численность населения;

F – жизненная сила.

Полученные данные сравните. (Данные приведены за 1994 год).

Таблица 4.5 – Данные для расчета жизненной силы населения различных регионов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Регион** | **СЖП России** | **R** | **S** | **N** |
| Ростовская область | 65 | 14 | 15 | 4383000 |
| Ставропольский край | 12 | 11 | 2580000 |
| Краснодарский край | 17 | 16 | 4879000 |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Дайте определение понятию «популяция»
2. Перечислите основные популяционные характеристики.
3. Охарактеризуйте структуру популяции.
4. Какое значение в характеристике популяции имеет соотношение полов?

**ЗАНЯТИЕ 5**

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМ**

***Цель занятия*:** функциональную и трофическую структуру экосистем, научиться строить пищевые цепи, давать оценку развития экосистем.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

Каждая экосистема имеет собственное материально - энергетическое хозяйство и определенную функциональную структуру.

В каждую экосистему входят группы организмов разных видов, различаемые по способу питания:

• автотрофы;

• гетеротрофы.

*Автотрофы* (самопитающие) – организмы, образующие органическое вещество своего тела из неорганических веществ – двуокиси углерода и воды – посредством процессов фотосинтеза (фотоавтотрофы) и хемосинтеза (хемоавтотрофы).

*Фотоавтотрофы* (зеленые растения и некоторые бактерии) в процессе жизнедеятельности синтезируют на свету органические вещества.

Хемоавтотрофы (нитрифицирующие бактерии, серобактерии и т.д.) используют энергию, выделяющуюся при химических реакциях окисления водорода, серы, сероводорода, аммиака и др., и синтезируют органические вещества.

*Гетеротрофы* (питающиеся другими) – организмы, потребляющие готовое органическое вещество других организмов и продуктов их жизнедеятельности. Это все животные, грибы и большая часть бактерий. В зависимости от источников питания и участия в деструкции они также подразделяются на несколько категорий: консументов, детритофагов и редуцентов.

*Консументы* – потребители органического вещества живых организмов. К их числу относятся:

• растительноядные животные (фитофаги), питающиеся живыми растениями (тля, кузнечик, гусь, овца, олень, слон);

• плотоядные животные (зоофаги), поедающие других животных, - различные хищники (хищные насекомые, насекомоядные и хищные птицы, хищные рептилии и звери), нападающие не только на фитофагов, но и на других хищников (хищники второго, третьего порядков);

• паразиты, живущие за счет веществ организма-хозяина, это уже не только животные (черви, насекомые, клещи), но и различные микроорганизмы (вирусы, бактерии, простейшие), а также некоторые грибы и растения;

• симбиотрофы – бактерии, грибы, простейшие, которые, питаясь соками или выделениями организма-хозяина, выполняют вместе с тем и жизненно важные для него трофические функции, например, мицелиальные грибы микоризы, участвующие в корневом питании многих растений; клубеньковые бактерии бобовых, связывающие молекулярный азот; микробиальное население сложных желудков жвачных животных, повышающее переваримость и усвоение поедаемой растительной пищи.

Детритофаги, или сапрофаги – организмы, питающиеся мертвым органическим веществом – остатками растений и животных. Это различные гнилостные бактерии, грибы, черви, личинки насекомых, жуки-копрофаги и другие животные – все они выполняют функцию очищения экосистем. Детритофаги участвуют в образовании почвы, торфа, донных отложений водоемов.

*Редуценты* – бактерии и низшие грибы – завершают деструктивную работу консументов и сапрофагов, доводя разложение органики до ее полной минерализации и возвращая в среду экосистемы последние порции двуокиси углерода, воды и минеральных элементов.

Все названные группы организмов в любой экосистеме тесно взаимодействуют между собой, согласуя потоки вещества и энергии.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Закончите схему экосистемы (Рис.5.1), указав компоненты, обозначенные цифрами. Перенесите схему в тетрадь:

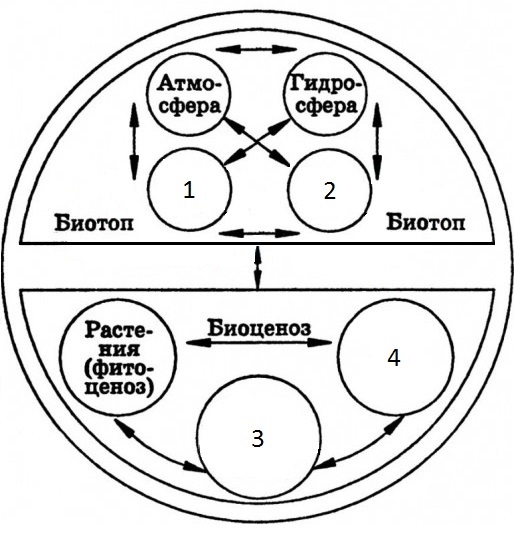


Рисунок 5.1 – Схема функциональной структуры экосистемы

**Задание 2**

Используя данные, представленные в таблице 5.1, постройте пирамиды биомассы озера в зимний и весенний период. Объясните, почему в течение года пирамида «переворачивается».

Таблица 5.1 – Биомасса озера г/м3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Экологические группы организмов** | **Биомасса, г/м3** | |
| **Зима** | **Весна** |
| Продуценты | 2 | 100 |
| Первичные консументы | 10 | 12 |
| Вторичные консументы | 3 | 6 |

**Задание 3**

На рисунке 5.2 приведена схема трофической структуры биоценоза широколиственного леса.

Перенесите схему в тетрадь, показав стрелками все возможные трофические связи между указанными организмами. Условными обозначениями выделите основные экологические группы организмов данного биоценоза, пастбищные и детритные цепи питания.



Рисунок 5.2 – Схема трофической структуры биоценоза широколиственного леса

**Задание 4**

Используя правило перехода энергии с одного трофического уровня на другой (около 10 %) и предполагая, что животные каждого трофического уровня питаются только организмами предыдущего уровня, постройте пирамиду годовой биологической продуктивности следующей пищевой цепи:

растения – кузнечики – лягушки – ужи – ястребы.

Постройте пирамиду чисел этой пищевой цепи, зная, что масса 1 побега травянистого растения – 5 г; 1 кузнечика – 1 г; 1 лягушки – 10 г; 1 ужа – около 100 г; ястреба – около 2 кг.

Количество особей подсчитайте суммарно за год с учетом общей годовой продуктивности 40 тонн.

**Задание 5**

Составьте пищевую цепь, состоящую из четырех компонентов, которыми являются обитатели:

1. таежной зоны;
2. тундровой зоны;
3. степной зоны;
4. широколиственных лесов;
5. саванны;
6. влажного тропического леса.

**Задание 6**

В каждый кружок схематического изображения пищевой цепи (рис. 5.3) поставьте соответствующий вид:

1. сосна обыкновенная;
2. белка обыкновенная;
3. куница лесная;
4. сосновый пилильщик;
5. большой пестрый дятел.

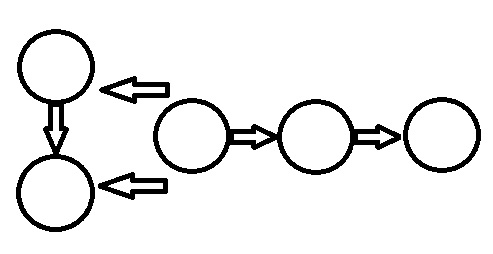


Рисунок 5.3 – Пищевая цепь

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Что такое «трофическое (пищевое) звено» и «трофическая цепь»?
2. Какие энергетические процессы происходят в экосистемах?
3. По каким закономерностям энергия рассеивается и передается в цепях питания?
4. Почему «энергетическая цена» животной пищи существенно выше «энергетической цены» растительной пищи?
5. Может ли популяция одного вида занимать не один, а несколько трофических уровней?

**ТЕМА 4. КОНЦЕПЦИЯ БИОСФЕРЫ**

**ЗАНЯТИЕ 6**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ БИОСФЕРЫ**

***Цель занятия*:** проанализировать законы живой природы, действующие в биосфере; определить их значимость в природе.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

***Закон необратимости эволюционных процессов***, сформулированный в 1893 году бельгийским палеонтологом Луи Долло, позднее получивший его имя, гласит: эволюционные процессы необратимы. Организм не может вернуться хотя бы частично к предшествующему состоянию. Согласно гипотезе ученого, однажды утраченный в процессе эволюционного развития орган или признак не восстановится в процессе последующего филогенетического развития. Тем не менее, впоследствии у закона Долло обнаружились исключения: так в2003 году Майкл Уайтин показал, что некоторые насекомые, принадлежащие к отряду палочников, в процессе эволюции потерявшие крылья, позднее вновь их приобрели.

***Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора***, или ***Закон минимума Либиха*** – один из фундаментальных законов в экологии, гласящий, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения. Поэтому во время прогнозирования экологических условий или выполнения экспертиз очень важно определить слабое звено в жизни организмов. Именно от этого, минимально (или максимально) представленного в данный конкретный момент экологического фактора зависит выживание организма. В другие отрезки времени ограничивающим могут быть другие факторы. В течение жизни особи видов встречаются с самыми разными ограничениями своей жизнедеятельности. Так, фактором, ограничивающим распространение оленей, является глубина снежного покрова; бабочки озимой совки (вредителя овощных и зерновых культур) – зимняя температура и т.д. Этот закон учитывается в практике сельского хозяйства. Немецкий химик Юстус фон Либих (1803 – 1873) установил, что продуктивность культурных растений, в первую очередь, зависит от того питательного вещества (минерального элемента), который представлен в почве наиболее слабо. Например, если фосфора в почве лишь 20 % от необходимой нормы, а кальция – 50 % от нормы, то ограничивающим фактором будет недостаток фосфора; необходимо в первую очередь внести в почву именно фосфорсодержащие удобрения. По имени ученого названо образное представление этого закона – так называемая «бочка Либиха». Суть модели состоит в том, что вода при наполнении бочки начинает переливаться через наименьшую доску в бочке и длина остальных досок уже не имеет значения.

***Закон толерантности Шелфорда*** – закон, согласно которому существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Закон толерантности расширяет закон минимума Либиха. Формулировка: «Лимитирующим фактором процветания организма может быть, как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору». Любой фактор, находящийся в избытке или недостатке, ограничивает рост и развитие организмов и популяций. Закон предложил В. Шелфорд в 1913 году.

***Принцип ЛеШателье – Брауна***(1884 г.): если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация, внешнее электромагнитное поле), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия. Анри ЛеШателье (Франция) сформулировал этот термодинамический принцип подвижного равновесия, позже обобщенный Карлом Брауном. Принцип применим к равновесию любой природы: механическому, тепловому, химическому, электрическому (эффект Ленца, явление Пельтье).

***Принцип необратимости эволюции*** сформулировал Дарвин:

«Вид, раз исчезнувший, никогда не может появиться вновь, если бы даже снова повторились совершенно тождественные условия жизни». По другим сведениям, закон необратимости эволюции был сформулирован бельгийским палеонтологом Долло (1893).

В ходе развития науки было установлено, что экосистемы не разбросаны в беспорядке, а наоборот, сгруппированы в достаточно регулярных зонах как по горизонтали (по широте), так и по вертикале (по высоте). Это подтверждается периодическим законом географической зональности А.А. Григорьева – М.И. Будыко: со сменой физико-географических поясов Земли аналогичные ландшафтные зоны и их некоторые общие свойства периодически повторяются. Иными словами, в разных географических поясах, обладающих различными тепловыми ресурсами, но в близких по увлажнению условиях формируются типы ландшафтов аналогичные соответствующим географическим зонам.

***Правило Уоллеса*** (1859): по мере продвижения с севера на юг наблюдается увеличение видового разнообразия сообщества организмов.

Важное следствие иерархической организации состоит в том, что по мере объединения компонентов, или подмножеств, в более крупные функциональные единицы, у этих новых единиц возникают новые свойства, отсутствующие на предыдущем уровне. Такие качественно новые, эмерджентные, свойства экологического уровня или экологической единицы нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов, составляющих этот уровень или единицу. Рассматриваемый принцип можно выразить иным способом, исходя из понятия о несводимых свойствах, суть которого заключается в том, что свойства целого невозможно свести к сумме свойств его частей. Хотя данные, полученные при изучении какого-либо уровня, помогают при изучении следующего, с их помощью никогда нельзя полностью объяснить явления, происходящие на этом следующем уровне; он должен быть изучен непосредственно. Пример: водород и кислород, соединяясь в определенном соотношении, образуя воду, жидкость, совершенно непохожую по своим свойствам на исходные газы. Определенные водоросли и кишечнополостные животные, эволюционируя совместно, образуют систему кораллового рифа, возникает эффективный механизм круговорота элементов питания, позволяющий такой комбинированной системе поддерживать высокую продуктивность в водах с очень низким содержанием этих элементов. Следовательно, фантастическая продуктивность и разнообразие коралловых рифов – эмерджентные свойства, характерные только для уровня рифового сообщества.

***Закон ускорения темпов эволюции*** – в течение геологического времени происходит ускорение биологической эволюции. Наблюдается закономерное сокращение протяженности геологических эр (так, палеозойская эра длилась 340 млн. лет, мезозойская эра – 170 млн. лет, кайнозойская эра – 60 млн. лет), что отражает ускорение темпов эволюции. Между началом и концом каждой эры наступали кардинальные изменения в составе флоры и фауны.

***Биогенетический закон***: каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенез) повторяет в известной степени формы, пройденные его предками или его видом (филогенез). Биогенетический закон Геккеля-Мюллера (также известен под названиями «закон Геккеля», «закон Мюллера-Геккеля», «закон Дарвина-Мюллера-Геккеля», «основной биогенетический закон»). Сыграл важную роль в истории развития науки, однако в настоящее время в своем исходном виде не признается современной биологической наукой. По современной трактовке биогенетического закона, предложенной русским биологом А.Н. Северцовым в начале 20 века, в онтогенезе происходит повторение признаков не взрослых особей предков, а их зародышей.

***Закон биогенной миграции атомов (или закон Вернадского)***: Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется под превосходящим влиянием живого вещества, организмов. Так происходило и в геологическом прошлом, миллионы лет назад, так происходит и в современных условиях. Живое вещество или принимает участие в биохимических процессах непосредственно, или создает соответствующую, обогащенную кислородом, углекислым газом, водородом, азотом, фосфором и другими веществами, среду. Этот закон имеет важное практическое и теоретическое значение. Понимание всех химических процессов, которые происходят в геосферах, невозможно без учета действия биогенных факторов, в частности – эволюционных. В наше время люди влияют на состояние биосферы, изменяя ее физический и химический состав, условия сбалансированной веками биогенной миграции атомов. В будущем это послужит причиной очень отрицательных изменений, которые приобретают способность саморазвиваться и становятся глобальными, неуправляемыми (опустынивание, деградация грунта, вымирание тысяч видов организмов). С помощью этого закона можно сознательно и активно предотвращать развитие таких отрицательных явлений, руководить биогеохимическими процессами, используя «мягкие» экологические методы.

***Закон внутреннего динамического равновесия***. Н. Ф. Реймерс описал этот закон; устанавливающий, что энергия, вещество, информация и динамическое качество отдельных природных систем, включая экосистемы и биосферу в целом и их иерархии, взаимосвязаны и любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально структурные количественные и качественные перемены всех других показателей, сохраняя общую сумму качеств систем. Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных естественных систем и их иерархии очень тесно связанные между собою, так что любое изменение одного из показателей неминуемое приводит к функционально-структурным изменениям других, но при этом сохраняются общие качества системы – энергетические, информационные и динамические. Следствия действия этого закона обнаруживаются в том, что после любых изменений элементов естественной среды (вещественного состава, энергии, информации, скорости естественных процессов и т.п.) обязательно развиваются цепные реакции, которые стараются нейтрализовать эти изменения. Следует отметить, что незначительное изменение одного показателя может послужить причиной сильных отклонений во всей экосистеме. Изменения в больших экосистемах могут иметь необратимый характер, а любые локальные преобразования природы вызовут в биосфере планеты (то есть в глобальном масштабе) и в ее наибольших подразделах реакции ответа, которые предопределяют относительную неизменность эколого-экономического потенциала. Искусственное возрастание эколого-экономического потенциала, ограниченное термодинамической стойкостью естественных систем.

***Закон внутреннего динамического равновесия*** – один из главнейших в природопользовании. Он помогает понять, что в случае незначительных вмешательств в естественную среду ее экосистемы способны само регулироваться и восстанавливаться, но если эти вмешательства превышают определенные границы (которые человеку следует хорошо знать) и уже не могут «угаснуть» в цепи иерархии экосистем (охватывают целые речные системы, ландшафты), они приводят к значительным нарушениям энерго- и биобаланса на значительных территориях и во всей биосфере.

***Закон константности*** (сформулированный В.И. Вернадским): количество живого вещества биосферы (за определенное геологическое время) есть величина постоянная. Этот закон тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия. По закону константности любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемое приводит к такой же по объему изменения вещества в другом регионе, только с обратным знаком. Следствием этого закона есть правило обязательного заполнения экологических ниш.

***Закон максимизации энергии*** (сформулированный Г. и Ю. Одумами и дополненный М. Рэймерсом): в конкуренции с другими системами сохраняется та из них, которая наибольшее оказывает содействие поступлению энергии и информации и использует максимальную их количество наиэффективнее. Для этого такая система, большей частью, образовывает накопители (хранилища) высококачественной энергии, часть которой тратит на обеспечение поступления новой энергии, обеспечивает нормальный кругооборот веществ и создает механизмы регулирования, поддержки, стойкости системы, ее способности приспосабливаться к изменениям, налаживает обмен с другими системами. Максимизация – это повышение шансов на выживание.

***Закон максимума биогенной энергии*** (закон В.И. Вернадского – Э.С. Бауэра): Любая биологическая и «бионесовершенная» система с биотой, которая находится в состоянии «стойкого неравновесия» (динамично подвижного равновесия с окружающей средой), увеличивает, развиваясь, свое влияние на среду. В процессе эволюции видов, твердит Вернадский, выживают те, которые увеличивают биогенную геохимическую энергию. По мнению Бауера, живые системы никогда не находятся в состоянии равновесия и выполняют за счет своей свободной энергии полезную работу против равновесия, которого требуют законы физики и химии за счет существующих внешних условий. Вместе с другими фундаментальными положениями закон максимума биогенной энергии служит основой разработки стратегии природопользования.

***Принцип минимального размера популяций***: закономерно существующее в природе явление, характеризуемое как своеобразный естественный принцип, означающий, что каждому виду животных свойствен специфический для него минимальный размер популяции, нарушение которого ставит под угрозу существование популяции, а иногда и вида в целом.

В 1942 г. Р. Линдеман впервые сформулировал ***закон пирамиды энергий***, который нередко называют «законом 10 %». Согласно этому закону с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10 % энергии. Последующим гетеротрофам передается только 10 – 20 % исходной энергии. Используя закон пирамиды энергий, нетрудно подсчитать, что количество энергии, доходящее до третичных плотоядных (V трофический уровень), составляет около 0,0001 энергии, поглощенной продуцентами. Отсюда следует, что передача энергии с одного уровня на другой происходит с очень малым КПД. Это объясняет ограниченное количество звеньев в пищевой цепи независимо оттого или иного биоценоза.

Экологическая ниша – место, занимаемое видом в биоценозе, включающее комплекс его биоценотических связей и требований к факторам среды. Термин введен в1914 году Дж. Гриннеллом и в1927 году Чарльзом Элтоном. По каждому фактору у вида есть диапазон, в котором он может существовать (экологическая валентность). Если провести проекции от крайних точек диапазонов каждой оси факторов, мы получим n-мерную фигуру, где n – количество значимых для вида экологических факторов. Суть принципа конкурентного исключения, также известного как принцип Гаузе, состоит в том, что каждый вид имеет свою собственную экологическую нишу. Никакие два разных вида не могут занять одну и ту же экологическую нишу. Сформулированный таким образом принцип Гаузе подвергался критике. Например, одним из известных противоречий этому принципу является «планктонный парадокс». Все виды живых организмов, относящихся к планктону, живут на очень ограниченном пространстве и потребляют ресурсы одного рода (главным образом солнечную энергию и морские минеральные соединения). Современный подход к проблеме разделения экологической ниши несколькими видами указывает, что в некоторых случаях два вида могут разделять одну экологическую нишу, а в некоторое такое совмещение приводит один из видов к вымиранию. Вообще, если речь идет о конкуренции за определенный ресурс, становление биоценозов связано с расхождением экологических ниш и уменьшением уровня межвидовой конкуренции. При таком варианте правило конкурентного исключения подразумевает пространственное (иногда функциональное) разобщение видов в биоценозе. Абсолютное вытеснение, при подробном изучении экосистем, зафиксировать почти невозможно.

В течение истории Земли необратимость биологической эволюции определила необратимость динамики веществ в биосфере, выявляемых по характеру древних осадков.

Барри Коммонер (1974) выдвинул ряд положений, которые сегодня называют законами экологии:

1) ***«Все связано со всем»***: отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в экосфере. Он предостерегает человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям.

2) ***«Все должно куда-то деваться»***: вытекает из фундаментального закона сохранения материи. Он позволяет по-новому рассматривать проблему отходов материального производства. Огромные количества веществ извлечены из Земли, преобразованы в новые соединения и рассеяны в окружающей среде без учета того факта, что «все куда-то девается». И как результат – большие количества веществ зачастую накапливаются там, где по природе их не должно быть

3) ***«Природа знает лучше»***: исходит из того, что «структура организма нынешних живых существ или организмов современной природной экосистемы – наилучшие в том смысле, что они были тщательно отобраны из неудачных вариантов и что любой новый вариант, скорее всего, будет хуже существующего ныне». Этот закон Барри призывает к тщательному изучению естественных био- и экосистем, сознательному отношению к преобразующей деятельности. Без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее «улучшения».

4) ***«Ничто не дается даром»***: объединяет предшествующие три закона, потому что биосфера как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которой ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать; он может быть только отсрочен.

В законах Барри Коммонера обращается внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе: любая природная система может развиваться только за счет использования материально- энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы, подобно человеку, не знакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Иллюстрацией здесь может служить то, что один лишь математический расчет параметров биосферы требует безмерно большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Дайте характеристику экологическим законам биосферы. Проиллюстрируйте их. Заполните таблицу 6.1.

Таблица 6.1. – Основные законы живой природы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Закон** | **Автор,**  **дата** | **Формулировка** | **Смысл закона** | **Иллюстрация**  **(пример)** |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. В чем сущность законов Барри-Коммонера?
2. Какое второе название закона пирамиды?
3. В чем принцип минимального размера популяций?
4. Кто сформулировал закон константности?

**ТЕМА 5. ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА**

**ЗАНЯТИЕ 7**

**КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

***Цель занятия*:** изучить комплекс помех в экосистемах (загрязнения) с экологических позиций; ознакомиться с типами, видами и формами загрязнений.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

*Общая характеристика загрязнений естественного и антропогенного происхождения*.

Загрязнение – внесение (введение) в среду не характерных для нее элементов (физических, химических, механических, биологических) или превышение среднемноголетних уровней присущих ей элементов.

Загрязнение – это не только выброс в природную среду вредных веществ, в качестве загрязнения можно рассматривать отклонение от оптимальных параметров температурного режима, уровней шума и освещенности и т.д.

С экологических позиций загрязнение представляет собой комплекс помех в экосистемах, воздействующих на потоки энергии и информации в пищевых цепях, и эти помехи ведут не к отбору, а к массовой гибели организмов, т.е. загрязнение – это давление, которое оказывается на экосистему.

Объектами (акцепторами) загрязнения являются основные элементы абиотической среды – атмосфера, гидросфера, литосфера.

Жертвами загрязнения являются растения, животные, микроорганизмы.

Источники загрязнения – природный или антропогенный объект, вызывающий в биосфере или ее компонентах повышенное содержание загрязняющих веществ.

Источники загрязнения:

Антропогенные – промышленные предприятия, свалки бытовых отходов, теплоэнергетический комплекс, транспорт, животноводческие комплексы, склад химических веществ.

Природные – вулканы, естественные выходы нефти и газа, месторождения сульфидов (сернистый газ), радиоактивных руд (радон), подземные, лесные, степные пожары.

Ингредиентами загрязнения (загрязнителями, поллютантами) являются тысячи химических соединений и элементов неорганической и органической природы, физические явления, продукты метаболизма живых организмов, вызывающие в организме или экосистеме токсико-экологические последствия.

Загрязнители разделяются:

а) По агрегатному составу – жидкие, твердые, газообразные;

б) По воздействию на живое вещество:

мутагенное влияние – нарушение генофонда;

канцерогенное влияние – обуславливающее развитие злокачественных новообразований;

в) По химической природе – неорганические и органические.

В зависимости от отраслей хозяйства - загрязняющие вещества химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, автотранспорта и т.д.

*Классификация загрязнений.*

Типы загрязнения:

Природные, т.е. возникающие в результате естественных процессов, без вмешательства человека, и антропогенные, являющиеся результатом человеческой деятельности.

Независимо от типов выделяют виды загрязнения:

* Химическое: тяжелые металлы, пестициды, химические вещества, химические элементы;
* Физическое: тепловое, световое, радиационное, шумовое, радиоактивное, электромагнитное;
* Механическое: пыль, мусор;
* Биологическое: биотическое, микробное.

Каждый вид загрязнения имеет свои специфические ингредиенты.

*Формы загрязнения.*

Виды и типы загрязнения могут проявиться в форме катастрофы, случайного загрязнения, в глобальном, региональном или локальном масштабе.

Катастрофа – внезапное закономерное или незакономерное явление большого масштаба, трудно прогнозируемое и не регулируемое.

Случайное – незакономерное, регулируемое явление, которое можно предотвратить.

Глобальные (фоново-биосферное) – обнаруживаются в любой точке планеты далеко от его источника (ДДТ, радиация, бензопирен, полихлориды).

Региональные – обнаруживаются в пределах значительного пространства (региона), но не распространены повсеместно.

Локальные – загрязнение небольшого участка, обычно вокруг предприятия, города или его части, населенного пункта.

*Последствия загрязнения.*

Загрязнение может иметь ряд неожиданных последствий:

* Неприятное и эстетически неприемлемое воздействие: неприятный запах и вкус, уменьшение видимости в атмосфере, загрязнение поверхностей зданий и памятников;
* Нанесение ущерба имуществу: коррозия металлов, химическое и физическое разрушение материалов, использованных для возведения зданий и памятников, загрязнение одежды, зданий и памятников;
* Нанесение ущерба растительности и животному миру: снижение продуктивности лесов и продовольственных культур, вредное воздействие на здоровье животных, что приводит к их вымиранию;
* Вред для здоровья человека: распространение инфекционных заболеваний, раздражение и болезни дыхательных путей, изменения на генетическом уровне, изменение репродуктивной функции, раковые заболевания;
* Нарушение систем жизнеобеспечения на локальном, региональном и глобальном уровнях: изменение климата и снижение естественной скорости круговорота веществ и поступления энергии, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека и других живых существ.

Факторы, определяющие тяжесть воздействия загрязняющих веществ:

1) Химическая природа, т.е. насколько они активны для определенного вида растений и животных;

2) Концентрация – содержание на единицу объема воздуха, воды или почвы;

3) Устойчивость – продолжительность существования в воздухе, воде и почве.

Загрязнения можно контролировать двумя способами:

1) Контроль на входе, препятствующий проникновению потенциального загрязнителя в окружающую среду или резко сокращающий его поступление. Например, примеси серы могут быть удалены из угля до его сжигания. Это предотвратит или резко снизит выбросы такого загрязнителя атмосферы, как диоксид серы, химического вещества, вредного для растений и нашей дыхательной системы.

Сокращение потерь вещества и энергии, использование веществ, без которых можно обойтись, - другой способ снизить поступление химических веществ и избыточного тепла в окружающую среду.

2) Контроль загрязнения на выходе направлен на ликвидацию отходов, уже попавших в окружающую среду. Проблемой такого подхода является то, что часто при удалении загрязняющего вещества из одного места оно проявляется в другом.

*Физические загрязнения окружающей природной среды.*

Физическое загрязнение связано с изменением физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды.

Тепловое загрязнение определяется влиянием тепловых полей на воздушную и водную среду. Отрицательное воздействие тепла на воздушную среду обнаруживается путем повышения тепловых градиентов, что влияет за собой изменение энергетических процессов в атмо- и гидросфере в сельской и особенно городской местности. Источниками теплового загрязнения в пределах городских территорий служат подземные газопроводы промышленных предприятий (140-160 оC), теплотрассы (50-150 оC), сборные коллекторы и коммуникации (35-45 оC) и т.д.

Отрицательное воздействие на гидросферу обозначается ростом температуры воды, приводящим к уменьшению растворимости кислорода, что снижает активность всего биоценоза водных систем, к снижению процессов естественной минерализации органического вещества в водных системах, провоцирует рост активности сине-зеленых водорослей, еще более снижающих количество кислорода в водной среде.

Шумовое загрязнение. Шум воздействует на человека и на производстве, и дома. Уровни шума, точнее, уровни звукового воздействия, измеряются в децибелах (дБ).

Для человека практически безвреден шум в 20-30 дБ, 80 дБ – допустимая граница, 130 дБ вызывают болевые ощущения, а 150 – уже не переносимы. В средние века даже существовала казнь «под колокол», звон которого убивал приговоренного.

Шум вредит не только слуху, он способен повысить кровяное давление, причинить ущерб сердечно-сосудистой системе, вызвать образование язвы и даже, возможно, усилить предрасположенность к инфекционным заболеваниям. Излишний шум затрудняет усвоение материала учащимися, становится причиной раздражительности, утомления, снижения производительности труда, повышения числа несчастных случаев, ошибок и даже порой провоцирует антисоциальное поведение некоторых людей с повышенной возбудимостью.

Электромагнитное загрязнение. Источниками служат высоковольтные линии электропередач, электростанции, антенны радио- и телепередающих станций, а в последнее время также микроволновые печи, компьютеры и радиотелефоны. Так называемые геопатогенные (биопатогенные) зоны провоцируют серьезные изменение в организме.

Отрицательное воздействие электромагнитных излучений разной частоты и интенсивности на организм человека и все живое на Земле периодически провоцируется Солнцем во время так называемых вспышек или магнитных бурь. Установлено, что при длительном воздействии электромагнитных полей даже у здоровых людей отмечаются повышенная утомляемость, головные боли, чувство адаптации и др.

Радиоактивное загрязнение. Установлено, что радиоактивность любой интенсивности влияет на наследственность живых организмов, то есть нет нижнего безопасного предела радиации для живых систем.

Радиоактивное излучение не оставляет внешних следов и само по себе не ощутимо, но способно разрушать молекулы в составе клеток. В Больших дозах радиация может нанести им такой вред, что они перестанут делиться. Если сильно облучить все тело, клеточное деление нарушится практически во всех тканях, а значит, станет невозможным нормальное обновление крови, кожи и т.д. Возникает так называемая лучевая болезнь, которая может привести к смерти уже через несколько дней или месяцев после облучения. А очень сильная радиация способна полностью разрушить клетки и вызвать мгновенную гибель.

Радиация опасна и в низких дозах, так как может повреждать молекулы ДНК, что ведет к образованию злокачественных опухолей. Облучение яйцеклетки или сперматозоидов чревато врожденными дефектами у потомства.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году по своим глобальным последствиям является крупнейшей экологической катастрофой в истории человечества. Суммарный выброс радиоактивных продуктов в атмосферу оценивается в 77 кг (для сравнения: при взрыве атомной бомбы над Хиросимой было выброшено 740 г радионуклидов), причем большая часть их отмечалась в радиусе до 300-400 км от станции. Искусственными радионуклидами была загрязнена значительная часть европейской территории СНГ площадью более 100 тыс. квадратных километров. В состав радиоактивных осадков вошло около 30 радионуклидов с периодом полураспада от 11 ч (криптон-85) до 24100 (плутоний-239).

Различают воздействие радиации соматическое и генетическое. Соматическое – вызвано прямым воздействием радиации на живой организм. Генетическое – последствия облучения влияют на развитие и формирование половых клеток. Это мутагенное влияние радиации. Генетически опасна доза радиации любой интенсивности.

Максимальная тенденция к накоплению радиации преимущественно в своем организме наблюдается у животных.

*Химическое загрязнение окружающей природной среды.*

В настоящее время известно от 7 до 8,6 млн. химических веществ и соединений, из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека: 5500 – в виде пищевых добавок, 4000 – лекарств, 1500 – препаратов бытовой химии. На международном рынке ежегодно появляется от 500 до тысячи новых химических соединений и смесей.

Многие химические вещества обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, среди которых особенно опасны 200 наименований: бензол, асбест, пестициды (ДДТ, алдрин, линдан и др.), разнообразные красители и пищевые добавки.

Химические вещества в зависимости от их практического использования классифицируются на:

* Промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
* Ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве;
* Бытовые химикаты, применяемые в виде пищевых добавок, средства санитарии, личной гигиены, косметики и др.
* Отравляющие вещества (ОВ).

Об опасности веществ можно судить по критериям токсичности (ПДК 0 предельно допустимая концентрация в окружающей среде; ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия для окружающей природной среды), по величине порогов, а также порогов специфического действия (аллергического, канцерогенного и др.).

Показатели токсичности определяют класс опасности вещества. Классификация вредных веществ по степени опасности включает четыре класса: чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренноопасные, малоопасные вещества.

Химическое загрязнение – это изменения в естественных химических свойствах природной среды, в результате которых заметно повышается количество каких-либо веществ для рассматриваемого периода времени, а также проникновение в среду веществ в концентрациях, превышающих норму.

Наибольшую проблему при химическом загрязнении окружающей природной среды создают некоторые ядохимикаты, но способные постепенно накапливаться в организме, вызывая многочисленные расстройства здоровья, в том числе рак.

Большинство и них принадлежит к одному из двух классов: тяжелым металлам или синтетическим органическим соединениям.

Тяжелые металлы – металлы с атомным весом (свинец, цинк, ртуть, медь, никель, железо, ванадий и др.). Они широко используются в промышленности. Тяжелые металлы чрезвычайно ядовиты. Их ионы и некоторые соединения растворимы в воде и могут попадать в организм, где, взаимодействуя с рядом ферментов, подавляют их активность. Основными источниками их служат: металлургические предприятия, сжигание угля, нефти и различных отходов, производство стекла, удобрений, цемента, автотранспорта и пр.

Синтетические органические соединения. Организм может оказаться неспособным разлагать органические соединения или оказаться неспособным разлагать органические соединения или включать их в метаболизм иным путем, т.е. они небиодиградирующие. В результате они нарушают функционирование организма. При определенных дозах возможно острое отравление и смерть. Однако и небольшие дозы, получаемые на протяжении длительного периода, приводят к канцерогенному (развитие рака), мутагенному (появлению мутаций) и тератогенному (врожденные дефекты у детей). Наиболее опасны галогенированные углероды - органические соединения, в которых один или более атомов водорода замещены атомами хлора, брома или йода.

Как тяжелые металлы, так и галогенированные углеводороды особенно опасны ввиду способности к биоаккумуляции, когда малые, кажущиеся безвредными дозы, получаемые в течение длительного периода, накапливаются в организме, создают в итоге токсичную концентрацию и наносят ущерб здоровью.

Биоаккумуляция может усугубляться в пищевой цепи. Организмы, находящиеся в ее основе, поглощают химикаты из внешней среды и аккумулируют их в своих тканях. Питаясь этими организмами, животные следующего трофического уровня получают исходно более высокие дозы, накапливаются более высокие концентрации. В результате на вершине данной пищевой цепи концентрация химиката в организмах может стать в 100 тыс. раз выше, чем во внешней среде. Такое накопление вещества при прохождении через пищевую цепь называют биоконцентрированием.

Поведение химических загрязнителей в среде.

Попадая в среду, химические загрязнители:

а) Могут оставаться в среде, не попадая в живые организмы;

б) Могут непосредственно попадать в живые организмы.

Находясь в среде, химические загрязнители:

* Могут полностью разрушаться на более простые и менее ядовитые или вообще не ядовитые соединения (нейтрализация);
* Могут разрушаться на более простые, но не менее агрессивные соединения (активация);
* Вступают в реакцию с веществами среды и меняют свою агрессивность в ту или иную сторону (нейтрализация или активация);
* Локализуются в одной из сред и включаются в круговорот.

Попав в живые организмы, химические загрязнители:

* Включатся в метаболизм и превратятся в менее ядовитые или неядовитые соединения (нейтрализация);
* Накопятся в живом организме, усилив ядовитые свойства в результате повышения концентрации (активизация);
* Включатся в пищевую цепь и в круговорот.

Биологические загрязнения окружающей природной среды.

Биологическое загрязнение – это случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных и микроорганизмов (бактериологическое).

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., т.е. 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.

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 и другими болезнями.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

С помощью базового материала заполните таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Характеристика загрязнений окружающей среды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Характеристика загрязнения** | **Определение понятия** | **Пример** |
|  | Загрязнение |  |  |
|  | Объекты загрязнения |  |  |
|  | Жертвы загрязнения |  |  |
|  | Источники загрязнения |  |  |
|  | Ингредиенты загрязнения |  |  |

**Задание 2**

Перенесите в тетрадь и закончите схему «Классификация загрязнений» (рис. 7.1).

Классификация загрязнений

Формы

механические

катастрофы

антропогенные

Рисунок 7.1 – Классификация загрязнений

**Задание 3**

Заполните таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Основные источники загрязнения природной среды

| **№** | **Отрасль** | **Основные загрязнители биосферы** |
| --- | --- | --- |
|  | Энергетика (до 57%) |  |
|  | Металлургия, в частности гальванотехника |  |
|  | Транспорт, в частности автомобильный |  |
|  | Угле- и нефтепереработка |  |
|  | Сельское хозяйство |  |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Что такое загрязнение?
2. Что является объектами и жертвами загрязнения?
3. Назовите источники загрязнения.
4. Понятие об ингредиентах загрязнения.
5. Перечислите виды воздействия загрязнителей на живое вещество.

**ТЕМА 6. ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ**

**ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

**ЗАНЯТИЕ 8**

**НОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ**

***Цель занятия*:** научиться проводить расчет нормативов образования отходов производства и потребления на предприятиях.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

При определении нормативов образования отходов применяются следующие методы:

* метод расчета по материально-сырьевому балансу;
* метод расчета по удельным отраслевым нормативам образования отходов.

Для определения объемов образования отходов в общем виде необходимо:

* выявить источники образования отходов;
* изучить номенклатуру образующихся отходов;
* изучить отчетные данные за ряд лет об объемах образования отходов либо материальный баланс производства;
* определить (если это возможно) значения удельных показателей образования отходов, наиболее характерных для вида производств с учетом применяемых технологий (во многих случаях целесообразно принятие «коридора» значений);
* рассчитать объемы образования отходов на основании имеющихся формул и справочных данных по входящим в них параметрам.

Источниками информации при оценке объемов образования отходов могут служить: отраслевые справочники по образованию отходов производства; материально-сырьевые балансы предприятий производственного и ремонтно-эксплуатационного профиля; отраслевые балансы по видам производства и эксплуатационных служб; нормы расхода сырья и материалов основных и вспомогательных служб; нормы выхода целевых продуктов различных видов производств, разработанные различными отраслевыми министерствами и ведомствами; ГОСТы, ОСТы, ТУ, РТМ, РД, в которых регламентируется образование отходов; данные бухгалтерского учета по списанию малоценных средств; нормы потребления спецодежды, тары и упаковки; показатели износа (потерь массы) вышедших из употребления шин, абразивных кругов, спецодежды и т.д.; справочные данные по массе изделий, являющихся предметами производственного потребления (лампы люминесцентные, гальванические изделия, покрышки и резинотехнические изделия, фильтры и т.д.); данные по нормативным и фактическим срокам службы изделий производственного потребления; технологические регламенты и правила эксплуатации объектов производства, транспорта, строительства и сферы услуг и т.п.

Для определения (расчета) нормативов образования отходов используются различные методы и, соответственно, разные единицы их измерения. В соответствии с технологическими особенностями производства нормативы образования отходов определяются в единицах массы (объема) либо в процентах от количества используемого сырья, материалов или от количества производимой продукции.

Нормативы образования отходов, оцениваемые в процентах, определяются по тем видам отходов, которые имеют те же физико-химические свойства, что и первичное сырье. Нормативы образования отходов с измененными по сравнению с первичным сырьем характеристиками предпочтительно представлять в следующих единицах измерения: кг/т, кг/м3, м3/тыс. м3 и т.д.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Согласно Методике расчета объемов образования отходов МРО-6-99, количество отработанных люминесцентных ламп (шт./год) определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.1) |

Вес образовавшегося отхода (т/год) определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.2) |

где:

*ni* – количество установленных ламп i-той марки, шт.;

*Тi* – количество рабочих дней в году;

*ti* – среднее время работы одной лампы i-той марки в сутки, час;

*ki* – эксплуатационный срок службы ламп i-той марки лампы, час;

*mi* – вес одной лампы i-той марки, т.

*Решите задачу*:

На предприятии используют люминесцентные лампы четырех типов: ЛБ-40 (176 шт.), ЛБ-36 (2 шт.), ЛДЦ-36 (5 шт.), ЛД-20 (693 шт. В год каждая лампа работает по 3000 часов.

Зная справочные данные (табл. 8.1), рассчитайте годовой объем образования люминесцентных ламп для указанного предприятия.

Таблица 8.1. – Справочные данные для расчета (по МРО-6-99)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип ламп** | **Эксплуатационный срок службы, час** | **Вес одной лампы, г** |
| ЛБ-40 | 12000 | 210 |
| ЛБ-36 | 12000 | 210 |
| ЛДЦ-36 | 15000 | 210 |
| ЛД-20 | 13000 | 170 |

**Задание 2**

Отходы от эксплуатации оргтехники состоят из: использованных картриджей, манипуляторов «мышь» и отработанных клавиатур. Перечисленные отходы более чем на 90% состоят из пластика и относятся к группе «5710990001 00 4 Отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс».

Количество образующихся использованных картриджей (т/год) рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.3) |

где:

*0,000001* – переводной коэффициент из грамма в тонну;

*k* – количество листов в пачке бумаги, шт.;

*n* – количество использованных пачек бумаги, шт.;

*m* – вес использованного картриджа, гр.;

*r* – ресурс картриджа, листов на одну заправку.

Количество отработанных клавиатур и использованных манипуляторов «мышь» (т/год) рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.4) |

где:

*10-6* – переводной коэффициент из грамма в тонну;

*ni* – количество изделий i-того вида, шт.;

*mi* – вес одного изделия i-того вида, г.

*Решите задачу:*

В офисе установлено 10 принтеров. В результате эксплуатации 8 принтеров образуется отработанные картриджи весом 570 г каждый, 1 принтера – весом 630 г, 1 принтера – весом 910 г соответственно. Ресурс 8 картриджей – 2500 листов бумаги на одну заправку, а 2 – 3000 листов. В офисе за год расходуется 471 пачка бумаги (по 500 листов каждая).

К указанным принтерам подключено 32 однотипных компьютера, в комплект к которым входят манипуляторы «мышь» (по 100 г каждая) и клавиатуры (по 700 г каждая).

Рассчитайте общий объем образования отходов смеси затвердевших разнородных пластмасс от эксплуатации офисной техники и годовой объем образования отхода бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства.

Зная справочные данные (табл. 8.2), рассчитайте годовой объем образования отхода бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства для указанного предприятия.

Таблица 8.2. – Справочные данные для расчета

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество пачек бумаги, шт.** | **Вес одной пачки, т.** | **Удельная норма образования, %** |
| 471 | 0,0025 | 10 |

**Задание 3**

Согласно Сборника методик по расчету объемов образования отходов (2001) объем образования лома отработанных абразивных кругов (т/год) рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.5) |

где:

*ki* – коэффициент износа абразивных кругов до их замены (зависит от вида абразивного круга);

*ni* – количество абразивных кругов i-того вида, израсходованных за год, шт./год;

*mi* – масса нового абразивного круга i-того вида, кг.

*Решите задачу:*

Для металлообработки в мастерской используются 4 абразивных круга в год, вес каждого – 5,2 кг. Коэффициент износа круга составляет 0,07.

Рассчитайте объем образования абразивных кругов отработанных, лома отработанных абразивных кругов (код по ФККО 3140430201995) за 5 лет.

**Задание 4**

Количество твердых бытовых отходов (объем), образующихся в результате жизнедеятельности работников учреждения (м3/год), определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.6) |

где:

*N* – численность персонала в учреждении, чел.;

*m* – удельная норма образования бытовых отходов на 1 работающего в год (0,22 м3/год).

Количество (масса) бытовых отходов, образующихся в результате жизнедеятельности работников, определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.7) |

где:

*ρ* – плотность бытовых отходов (усреднено принимается за 0,18 т/м3).

*Решите задачу:* На предприятии «Стела» для накопления бытовых отходов установлены контейнеры объемом по 0,75 м3. По условиям договора у предприятия «Стела» МУП «ФАУН» (имеет лицензию на захоронение отходов) дважды в неделю забирает у предприятия по 9 м3 отходов из наполненных контейнеров.

Определите сколько контейнеров установлено на предприятии «Стела». Какова масса вывозимых за год отходов?

**Задание 5**

Норматив образования отходов минеральных масел моторных производится по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| N=0.01nYQp/1000 | (8.8) |

где:

N – масса отходов, т.;

n – количество автомобилей i-той марки, шт.;

Y – удельный норматив, л/100л топлива;

Q – расход топлива, л.;

p – плотность масла, кг/л.

Норматив образования отходов минеральных масел трансмиссионных производится по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| N=0.01×n×Y×Q×p/1000 | (8.9) |

где:

N – масса отходов, т.;

n – количество автомобилей i-той марки, шт.;

Y – удельный норматив, л/100л топлива;

Q – расход топлива, л.;

p – плотность масла, кг/л.

Норматив образования обтирочного материала, загрязненного нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %) рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| N=0.01×n×Y×Q×p/1000 | (8.10) |

где:

N – масса отхода

n – количество автомобилей i-той марки, шт.;

S – пробег автомобиля, км.;

Y – удельный норматив образования отхода, т/10 тыс. км.

Норматив образования тормозные колодки отработанные без накладок асбестовых рассчитано по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| N=0.01×n×Y×Q×p/1000 | (8.11) |

где:

N – масса отхода, т.;

S – пробег автомобиля, км.;

Y – удельный норматив образования отхода, т/10 тыс. км.;

*Решите задачу:*

На предприятии имеется 2 автомобиля. Рассчитать норматив образования отходов от автотранспорта.

Зная справочные данные (табл. 8.3), рассчитайте годовой объем образования минеральных масел моторных для указанного предприятия.

Таблица 8.3. – Справочные данные для расчета

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Марка машины** | **Кол. (n), шт.** | **Удельный норматив (Y), л/100л топлива** | **Расход топлива (Q), л.** | **Плотность масла (p), кг/л.** |
| Ford Focus 1.6 16V (4L-1,597-90-5M) | 1 | 0,56 | 1653 | 0,9 |
| Газ-323810 | 1 | 0,73 | 1700 | 0,9 |

Зная справочные данные (табл. 8.4), рассчитайте годовой объем образования минеральных масел трансмиссионных для указанного предприятия.

Таблица 8.4. – Справочные данные для расчета

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Марка машины** | **Кол. (n), шт.** | **Удельный норматив (Y), л/100л топлива** | **Расход топлива (Q), л.** | **Плотность масла (p), кг/л.** |
| Ford Focus 1.6 16V (4L-1,597-90-5M) | 1 | 0,02 | 1653 | 0,9 |
| Газ-323810 | 1 | 0,03 | 1700 | 0,9 |

Зная справочные данные (табл. 8.5), рассчитайте годовой объем образования обтирочного материала, загрязненного нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %) для указанного предприятия.

Таблица 8.5. – Справочные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Марка машины** | **Кол. (n), шт.** | **Пробег (S), км.** | **Удельный норматив (Y), т/10 тыс. км.** |
| Ford Focus 1.6 16V (4L-1,597-90-5M) | 1 | 15697 | 0,00105 |
| ГАЗ-323810 | 1 | 10179 | 0,003 |

Зная справочные данные (табл. 8.6), рассчитайте годовой объем образования тормозных колодок отработанных без накладок асбестовых для указанного предприятия.

Таблица 8.6. – Справочные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Марка машины** | **Кол. (n), шт.** | **Пробег (S), км.** | **Удельный норматив (Y), т/10 тыс. км.** |
| Ford Focus 1.6 16V (4L-1,597-90-5M) | 1 | 15697 | 0.00025 |
| ГАЗ-323810 | 1 | 10179 | 0.0006 |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. На какие классы опасности согласно нормативным документам подразделяют отходы?
2. Какие критерии закладываются при определении класса опасности отходов?
3. Какие методы используютя при определении класса опасности отходов?
4. Какое количество отходов на территории предприятия считается предельно допустимым?
5. Какие документы обеспечивают расчет, контроль и нормативы образования отходов и лимитов на их размещение?

**ЗАНЯТИЕ 9**

**РАССЕЯНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

***Цель занятия*:** научиться рассчитывать нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

Основными задачами расчетов по ОНД-86 являются:

• определение допустимых нормативов (лимитов) выбросов для каждого загрязняющего вещества по известному составу и расходу дымовых газов при заданных условиях выбросов от источника загрязнения;

• определение количества вредных веществ, которые могут поступить от данного источника за время его работы в течение года Мфi (т/год);

• расчет ПДВ.

ПДВ – это максимальные выбросы в единицу времени для данного природопользователя по данному компоненту, которые создают

в приземном слое атмосферы концентрацию этого вещества Сi, не

превышающую ПДКМРi, с учетом фонового загрязнения Сфi.

ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира (ГОСТ 17.2.3.02-78).

ПДВ (г/с) устанавливаются для условий полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы. ПДВ не должны превышаться в любой 20-минутный период времени.

Наряду с ПДВ для одиночных источников устанавливаются ПДВ для предприятия в целом. При постоянстве выбросов они находятся как сумма ПДВ от одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному суммарному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистного оборудования.

ПДВ определяется для каждого вещества отдельно, в том числе и в случаях учета суммации вредного действия нескольких веществ.

Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях, когда Сф < ПДК определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9.1) |

где:

ПДКМР – максимальная разовая предельно допустимая концентрация i-того вещества в приземном слое атмосферы (мг/м3);

СФ – фоновая концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы (мг/м3);

А – коэффициент атмосферной температурной стратификации, определяющий условия вертикального перемещения слоев (для Ставропольского края – 200);

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц (для газов – 1, для пыли при разных степенях очистки – 2…3);

m, n – коэффициенты, учитывающие условия выбросов (при оценочных расчетах их произведение может быть принято равным 1);

η – коэффициент, характеризующий местность (для равнины – 1, для пересеченной местности – 2);

Н – высота трубы, м;

V – объемный расход дымовых газов (м3/с);

ΔТ – разность температур уходящих газов и наружного воздуха (oC).

В случае f ≥ 100 или ΔТ ≈ 0, ПДВ определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9.2) |

где:

D – диаметр устья источника выброса (м).

Полученные значения ПДВ пересчитываются в массу допустимых выбросов за общее время работы источника загрязнения (фраб) в течение года МiПДВ (т/год) по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9.3) |

Масса фактических выбросов (тонн) за год определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9.4) |

где:

a – степень превышения фактических выбросов над ПДВ.

При получении положительного заключения на Проект ПДВ, предприятие может получить разрешение на выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников. Основным условием действия данного документа является неизменность процесса, а также контроль за соблюдением нормативов ПДВ на источниках.

Однако не все загрязнители требуют контроля. При составлении перечня контролируемых параметров необходимо учитывать следующее:

при – контроль на источнике требуется;

при – контроль на источнике не требуется;

Здесь:

М – суммарное значение выброса конкретного загрязнителя от всех источников предприятия, соответствующее наиболее неблагоприятным из установленных условий выброса, включая вентиляционные источники и неорганизованные выбросы (г/с);

ПДК – максимально разовая ПДК данного вещества (мг/м3).

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Определите нормативы допустимых выбросов и количество

фактических вредных выбросов в атмосферу при сжигании углеводо-

родного топлива в котельной за год для пяти вредных веществ:

- SO2 (ПДКмр = 0,5 мг/м3; Сф = 0,85 мг/м3);

- CO (ПДКмр = 5 мг/м3; Сф = 1,85 мг/м3);

- NO (ПДКмр = 0,6 мг/м3; Сф = 0,666 мг/м3);

- NO2 (ПДКмр = 0,085 мг/м3; Сф = 0,031 мг/м3);

- золы (ПДКмр = 0,5 мг/м3; Сф = 0,85 мг/м3).

Котельная работает без аварий в течение отопительного сезона.

Место размещения котельной – город Ставрополь.

Исходные данные: Расход дымовых газов (V) равен 6,66 м3/с.

Высота трубы составляет 19,4 м. ΔТ = 333 оС. Коэффициенты, учитывающие условия выбросов (m и n) принимаются за 1.

Расчет необходимо произвести для двух вариантов:

1. Масса выброса равна массе ПДВ.

2. Масса выброса превышает ПДВ в 2,94 раза.

Сопоставьте результаты расчетов и сделайте выводы.

**Задание 2**

Определите перечень контролируемых веществ на источнике выброса для котельной с параметрами выброса и при тех же условиях, что в задании 1. Расчет необходимо также произвести для двух вариантов (см. задание 1).

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Какие единицы измерения приняты для ПДВ?
2. Зависит ли значение ПДВ от условий рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере?
3. Дайте определение понятию «предельно допустимый выброс».
4. Какая связь между нормированием выбросов загрязняющих веществ и определением размера санитарно-защитной зоны предприятия?

5. В чем отличие ПДВ от ВСВ?

**ЗАНЯТИЕ 10**

**ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ**

***Цель занятия*:** научиться делать оценку риска угрозы здоровья при взаимодействии пороговых токсикантов.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

Ясно, что негативное воздействие порогового токсиканта должно характеризоваться значением той пороговой дозы (или мощности дозы, т.е. величиной дозы, отнесенной к некоторому интервалу времени), начиная с которой появляются неблагоприятные последствия. Практика исследований зависимости между значением дозы токсиканта и его действием (эффектом) показала, что возможно несколько подходов к установлению величины пороговой мощности дозы. Соответственно возможно использование следующих значений, выявляемых опытным путем (как правило, по результатам экспериментов с животными):

* HNOEL – наибольшая пороговая мощность дозы, которая не приводит к появлению каких бы то ни было статистически значимых биологических эффектов (NOEL – «no-observed-effect level», т.е. уровень, при котором никакие эффекты не наблюдаются);
* HNOAEL – наибольшая мощность дозы, которая не приводит к появлению статистически значимых неблагоприятных биологических эффектов (NOAEL – «no observed-adverse-effect level», т.е. уровень, при котором не наблюдаются неблагоприятные эффекты);
* HLOEL – наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению каких бы то ни было статистически значимых биологических эффектов (LOEL – «lowest-observed-effect level», т.е. наименьший уровень, при котором наблюдаются эффекты);
* HLOAEL – наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению статистически значимых неблагоприятных биологических эффектов (LOAEL – «lowest-observed-adverse-effect level», т.е. наименьший уровень, при котором наблюдаются неблагоприятные эффекты).

Все четыре величины измеряются количеством загрязнителя, поступающего в единицу времени в организм человека или животного и нормированного на единицу массы тела. обычно количество токсиканта измеряется в миллиграммах, единицей времени служит день (сутки), а един6ицей массы тела – килограмм; следовательно, размерность перечисленных величин – мг/(кг×сут).

Оптимальное согласование экспериментальных данных и результатов наблюдений над группами риска означает, что имеется достаточная информация по всем перечисленным выше факторам. Однако на практике такое согласование обеспечить не удается. Поэтому приходится вводить коэффициенты неопределенности, которые играют роль своеобразного «запаса надежности» в процессе вычисления мощности дозы. Обычно используют три коэффициента: F1, F2 и F3, на их произведение делят величину пороговой мощности дозы:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.1) |

где – любое из представленных выше значений пороговой мощности дозы, а – ее скорректированное значение.

Коэффициент используется для учета возможных межвидовых вариаций в проявлении эффектов от одной и той же мощности дозы, т.е. он характеризует межвидовые различия в чувствительности к токсиканту. Если биокинетические особенности токсиканта и механизмы его токсичности у экспериментальных животных и людей различаются сильно, то коэффициенту приписывают максимальное значение, равное 10. Если биокинетика механизмы токсичности у экспериментальных животных и людей схожи, то

Коэффициент ответствен за внутривидовые различия в действии токсиканта, которые обусловлены индивидуальной чувствительностью. Его значение могут меняться от 1 до 10; также обычно полагают (если существенные индивидуальные различия в чувствительности к данному токсиканту не выявлены).

Коэффициент повышает надежность расчетов, связанных с переходом от сравнительно кратковременных наблюдений к оценкам эффектов на значительно больший период времени. Значение этого коэффициента может варьироваться от 10 до 100. Когда требуется оценить HNOEL или HNOAEL для всей жизни животного или человека, а имеются данные только по кратковременным экспериментам, то полагают =10. Для оценки же HLOEL или HLOAEL при тех же условиях используется максимальное значение =100.

Таким образом, введение коэффициентов неопределенности F1, F2 и F3 существенно снижает значение пороговой мощности дозы, что обусловлено влиянием ряда неопределенностей. Максимальное значение произведения коэффициентов F1 × F2 × F3 = 10×100×10 = 10 000.

Можно сказать, что эти коэффициенты выполняют роль факторов перестраховки, так как в расчеты риска будут входить намеренно заниженные значения пороговой мощности дозы. Например, для тетраэтилсвинца в результате опытов с животными было получено значение HLOAEL равное 0,0012мг/кг×сут. Но из-за несовершенства условий экспериментов коэффициентам неопределенности пришлось приписать наибольшие значения, поэтому скорректированное значение пороговой мощности дозы HD при поступлении этого токсиканта с водой или пищей составило 0,0012 : 10 000 = 1,2 × 10-7 мг/кг×сут.

В случае другого токсиканта – фенола – выполненные эксперименты характеризовались существенно меньшей неопределенностью, произведения F1 × F2 × F3 оказалось равным 100. Поскольку значение HNOAEL было при поступлении фенола с водой или пищей равно 60 мг/кг×сут, скорректированное значение пороговой мощности дозы HD составило 60:100=0,6 мг/кг×сут.

Единица мощности пороговой дозы – мг/кг×сут – связана с зависимостью воздействия поступающего в организм токсиканта от массы тела. Перед тем, как зафиксировать значение этой дозы для людей, проводятся опыты на животных, причем используются, как правило, несколько групп животных, для каждой из них принимается средняя величина массы тела. Часто объектами таких опытов становятся мыши, крысы, морские свинки и кролики.

Агентство по защите окружающей среды США сформировало и поддерживает в сети Интернет базу данных, содержащую значение пороговой мощности доз различных загрязнителей окружающей среды. Эта база постоянно полоняется новыми данными.

Значения пороговой мощности дозы HD при поступлении некоторых токсикантов-неканцерогенов с воздухом, водой и пищей приведены (в порядке убывания пороговой мощности дозы) в табл. 10.1-10.3.

Таблица 10.1 – Значения пороговой мощности дозы HD при поступлении токсикантов-неканцерогенов с воздухом

|  |  |
| --- | --- |
| **Токсиканты, поступающие с воздухом** | **HD, мг/кг**×**сут** |
| Бензол | 9×10-3 |
| Марганец | 1,4×10-3 |
| Ртуть (металл0 | 8,6×10-5 |
| Бериллий | 5,8×10-6 |
| Тетраэтилсвинец | 5,7×10-6 |

Таблица 10.2 – Значения пороговой мощности дозы HD при поступлении некоторых токсикантов-неканцерогенов с водой и пищей

| **Токсиканты, поступающие с водой и пищей** | **HD, мг/кг**×**сут** | **Токсиканты, поступающие с водой и пищей** | **HD, мг/кг**×**сут** |
| --- | --- | --- | --- |
| Нитраты | 1,6 | Селен | 5×10-3 |
| Хром (С1Cr3+) | 1,0 | Молибден | 5×10-3 |
| Цинк | 0,3 | Серебро | 5×10-3 |
| Барий | 0,2 | Хром (VI) | 5×10-3 |
| Бор | 0,2 | Кадмий | 5×10-4 |
| Марганец | 0,14 | Сурьма | 4×10-4 |
| Хлор | 0,1 | Мышьяк | 3×10-4 |
| Медь | 0,04 | Ртуть (хлорид) | 3×10-4 |
| Никель | 0,02 | Таллий (хлорид, карбонат) | 8×10-5 |

Таблица 10.3 – Значения пороговой мощности дозы HD при поступлении некоторых токсикантов-неканцерогенов с водой

| **Токсикант, поступающие с водой** | **HD, мг/кг**×**сут** |
| --- | --- |
| Этиленгликоль | 2 |
| Ацетон | 0,9 |
| Нефтепродукты | 0,6 |
| Фенол | 0,6 |
| Метанол | 0,5 |
| Формальдегид | 0,2 |
| Пентахлорфенол C6Cl5OH | 3×10-2 |
| Бензол | 4×10-3 |
| Винилхлорид | 3×10-3 |
| Нитробензол C6H5NO2 | 5×10-4 |
| ДД1 | 5×10-4 |
| Метилртуть Hg (CH3)2 | 1×10-4 |
| Тетраэтилсвинец | 1,2×10-7 |

Как показывают данные, приведенные в таблицах, по значению пороговой мощности дозы токсические вещества могут различаться в миллионы раз.

Ниже рассматривается методика решения задач, рекомендованная Агентством по защите окружающей среды США.

При решении задач, в которых рассматривается вдыхание токсиканта, среднесуточное его поступление m, отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.2) |

где – концентрация токсиканта в воздухе, мг/м3, – объем воздуха, поступающего в легкие, м3/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м3 воздуха ежесуточно); – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта: – количество лет, в течение которых происходит воздействие токсиканта; P - средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг; T – усредненное время воздействие токсиканта (или средняя продолжительность возможного воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

Вышеприведенное выражение для m базируется на уже давно известной и используемой в токсикологии формуле Габера, по которой вычисляют показатель токсичности вещества Ktox для токсиканта, поступающего с воздухом, эта формула имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.3) |

где C – концентрация токсиканта, V – объем легочной вентиляции, t – время воздействия токсиканта, P – масса тела.

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека m определяется по несколько измененной формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.4) |

где C – концентрация токсиканта в питьевой воде, мг/л; v – скорость поступления воды в организм человека, л/сут (считается, что взрослый человек выливает ежесуточно 2 литра воды); f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта; – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины P и T – такие же, как и в формуле для поступления токсиканта с воздухом. Размерность величины m – мг/л×сут.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление токсиканта с пищей m, приведенное к 1 кг массы тела человека, вычисляют по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.5) |

где C – концентрация токсиканта в рассматриваемом пищевом продукте, M – количество продукта, потребляемого за один год; – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт.

Величины P и T – такие же, как и в формуле для поступления с воздухом или водой. Величина m имеет размерность мг/кг×сут.

После того, как вычислено среднесуточное поступление токсиканта, отнесенное к 1 кг массы тела, рассчитывается величина, называемая индексом опасности. Ее обозначают через HQ (от слов Hazard Quotient) и определяют выражением:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.6) |

где – пороговая мощность дозы, значения которой приведены в табл. 10.2-10.4.

Если HQ < 1, то опасности нет; риска угрозы здоровью нет. Если же HQ > 1, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше индекс HQ превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или в пище содержатся несколько токсикантов, то полный индекс опасности HQl равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов:

|  |  |
| --- | --- |
| HQl = HQ1+ HQ2+ HQ3+… | (10.7) |

Если HQl < 1, то опасности нет, риск угрозы здоровью отсутствует.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

**Решите задачу:** В одном из колодцев обнаружен тяжелый металл – шестивалентный хром, причем его содержание в воде этого колодца в десять раз превысило значение ПДК хрома (VI) для питьевой воды (0,5 мг/л). Данным колодцем пользуются в течение 6 лет. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью.

C = 10 ПДК = 0,5 мг/л,

v = 2 л/сут,

Tp = 6 лет = 2190 сут.,

P = 70 кг,

T = 30 лет = 10950 сут.,

HD =5 × 10-3 мг/кг×сут.

**Задание 2**

**Решите задачу:** В воду некоторого водоема попала ртуть, в результате чего содержание этого элемента в тканях рыбы составляет 10 мг/кг. В течение двух лет в этом водоеме рыбак-любитель ловит рыбу и употребляет ее в пищу. За эти два года он ел рыбу 80 раз, причем за один раз съедал в среднем 150 г. пороговая мощность дозы ртути (в виде метилртути) при попадании в организм с пищей составляет 1×10-4 мг/кг×сут. Вычислить риск угрозы здоровью.

C = 10 мг/кг,

mp = 150 г,

f = 40 раз в год = 40 (год-1)

Tp = 2 года,

P = 70 кг,

T = 10950 сут.,

HD =1 × 10-4 мг/кг×сут.

**Задание 3**

**Решите задачу:** В воде некоторого водохранилища обнаружен фенол с концентрацией, равной 3 мг/л. Водохранилище является источником питьевого водоснабжения. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, пьющего такую воду в течение трех лет. Учесть, что ежегодно этот человек уезжает из этой местности в отпуск, в котором проводит в среднем 30 дней. Пороговая мощность дозы фенола при попадании в организм с водой составляет 0,6 мг/кг×сут.

C = 3 мг/л,

v = 2 л/сут,

f = 335 сут/год,

Tp = 3 года,

P = 70 кг,

T = 70 × 365 = 10950 сут.,

HD =0,6 мг/кг×сут.

**Задание 4**

**Решите задачу:** Установлено, что в некоторой местности оказались загрязненными питьевая вода и выращенные здесь овощи. В воде присутствуют нефтепродукты, их содержание равно 5 мг/л, а в овощах - тетраэтилсвинец с содержанием 5 мкг/кг. Всего овощей в России потребляется в среднем 94 кг на душу населения в год. Человек выпивает в среднем 2 л воды в сутки. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек подвергается воздействию указанных токсикантов в течение трех месяцев. Пороговая мощность дозы нефтепродуктов при попадании в организм с водой составляет 0,6 мг/кг×сут, а пороговая мощность дозы тетраэтилсвинца при попадании в организм с пищей составляет 1,2 × 10-7 мг/кг×сут.

Концентрация нефтепродуктов в воде CT = 5 мкг/кг = 0,005 мг/кг.

Tp = 3 мес. = 0,25 года,

v = 2 л/сут,

Mводы = 2×365×0,25 = 182,5 л,

Mов = 0,25×94 кг = 23,5 кг,

P = 70 кг,

T = 70×365 = 10950 сут,

HD(H) = 0,6 мг/кг×сут,

HD(T) = 1,2×10-7 мг/ку×сут.

**Задание 5**

**Решите задачу:** Считается, что в течение года житель России съедает в среднем 130,8 кг хлебопродуктов. Предположим, что в хлебопродуктах обнаружены нитраты с содержанием, равным 37 мг/кг. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью, если такими продуктами человек питается в течение одного года. Пороговая мощность дозы нитратов в пищевых продуктах составляет 1,6 мг/кг×сут.

C = 370 мг/кг,

M = 130,8 кг/год,

Tp = 1 год,

P = 70 кг,

T = 10950 сут,

HD = 1,6 мг/кг×сут.

**Задание 6**

**Решите задачу:** За год взрослый житель России съедает в среднем 151 яйцо. Рассчитать риск угрозы здоровью при употреблении в пищу яиц в течение года, если яйца содержат хлор со средним содержанием 30 мг в одном яйце. Пороговая мощность дозы хлора в пищевых продуктах составляет 0,1 мг/кг×сут.

C = 30 мг/шт,

f = 151 шт/год,

Tp = 1 года,

P = 70 кг,

T = 10950 кг×сут,

HD = 4,6×10-2 мг/кг×сут.

**Задание 7**

**Решите задачу:** За год взрослый житель России съедает в среднем 124 кг картофеля. Рассчитать риск угрозы здоровью при употреблении в пищу картофеля в течение полугода, если он содержит тяжелый металл - кадмий со средним содержанием, равным ПДК этого металла в картофеле и овощах, которая равна 0,03 мг/кг. Пороговая мощность дозы кадмия в пищевых продуктах составляет HD =5 × 10-4 мг/кг×сут.

C = 0,03 мг/кг,

M = 124 кг/год,

Tp = 0,5 года,

P = 70 кг,

T = 10950 сут,

HD = 5 × 10-4 мг/кг×сут.

**Задание 8**

**Решите задачу:** Анализ проб яиц показал, что содержание меди и цинка в них в три раза превышает значения ПДК этих металлов в яйцах, которые равны соответственно 3 мг/кг и 50 мг/кг. Имеется ли риск угрозы здоровья, если такие яйца будут употребляться в пищу в течение полугода? Значения пороговой мощности дозы меди и цинка при поступлении с пищей равны 0,04 мг/кг×сут и 0,3 мг/кг×сут соответственно.

Концентрация меди в яйцах C1 = 9 мг/кг.

Концентрация цинка в яйцах С2 = 150 мг/кг.

Считается, что житель России за год съедает в среднем 151 яйцо. Если масса одного яйца равна в среднем 50 г, то в течение одного года в организм поступит 7,55 кг.

M = 7,55 кг/год,

HD(1) = 0,04 мг/кг×сут,

HD(2) = 0,3 мг/кг×сут.

Tp = 0,5 года,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 9**

**Решите задачу:** Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью в результате вдыхания паров ртути с концентрацией, равной 10 значениям ПДК этого элемента в воздухе. Считать, что пары ртути находятся в некотором помещении при неизменной концентрации и что человек вдыхает пары ртути в течение 12 час. ежесуточно на протяжении одного года, но на один месяц он уезжает в отпуск. Пороговая мощность дозы ртути HD при ее поступлении с воздухом составляет 8,6 × 10-5 мг/кг\*сут. Значение ПДК в воздухе составляет 0,0003 мг/м3.

C = 10 ПДК = 0,0003 мг/м3,

V = 10 м3/сут,

Tp = 1 год,

f = 335 сут/год,

HD = 8,6×10-5 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 10950 кг×сут.

**Задание 10**

**Решите задачу:** Среднегодовое потребление молочных продуктов на душу населения в России составляет 212,4 кг/год. Предположим, что в молочных продуктах содержится фенол в концентрации 15 мг/кг. Рассчитать риск угрозы здоровью при употреблении в пищу таких молочных продуктов в течение полугода. Пороговая мощность дозы для фенола при поступлении с пищей равна 0,6 мг/кг×сут.

C = 15 мг/кг,

M = 212,4 кг/год,

Tp = 0,5 года,

HD = 0,6 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 10950 сут.

**Задание 11**

**Решите задачу:** Среднегодовое потребление растительного масла на душу населения в России составляет 10 кг/год. Предположим, что в растительном масле содержится тетраэтилсвинец (если поле находится вблизи шоссе, то тетраэтилсвинец может попасть в почву в результате осаждения выхлопных газов) в концентрации 1 мг/кг. Существует ли риск угрозы здоровью при употреблении в пищу такого растительного масла в течение года? Пороговая мощность дозы для тетраэтилсвинца при поступлении с пищей равна 1,2×10-7 мг/кг×сут.

C = 1 мг/кг,

M = 10 кг/год,

Tp = 1 год,

P = 70 кг,

T = 10950 сут,

HD = 1,2×10-7 мг/кг×сут.

**Задание 12**

**Решите задачу:** Установлено, что винилхлорид может переходить из бутылок, изготовленных из полимерного материала – полихлорвинила, в воду и алкогольные напитки (включая пиво), в результате чего его концентрация в жидкости может составлять 10-20 мг/л. Скорость перехода пропорциональна времени хранения бутылок.

Пусть в некоторой партии бутылок пива содержание винилхлорида составляет в среднем 10 мг/л. Пиво этой партии пьют люди в течение полугода, каждый из них выпивает при этом в среднем 60 литров. Существует ли риск угрозы здоровью? Пороговая мощность дозы винилхлорида при поступлении с водой или пищей – 3×10-3 мг/кг×сут.

C = 10 мг/л,

M = 120 л/год,

Tp = 0,5 года,

P = 70 кг,

T = 10950 сут,

HD = 3×10-3 мг/кг×сут.

**Задание 13**

**Решите задачу:** В России потребляется, в среднем, М=28,1 кг капусты на душу населения в год. Анализ проб капусты, выращенной в некоторой местности, показал, что содержание меди и цинка в два раза превышает значения ПДК этих металлов в свежих овощах, которые равны соответственно 5 мг/кг и 10 мг/кг. Имеется ли риск угрозы здоровью, если такая капуста будет потребляться в течение полугода? Значения пороговой мощности дозы меди и цинка при поступлении с пищей равны 0,04 мг/кг×сут и 0,3 мг/кг×сут соответственно.

Концентрация меди в капусте C1 = 10мг/кг.

Концентрация цинка в капусте C2 = 20мг/кг.

HD(1) = 0,04 мг/кг×сут,

HD(2) = 0,3 мг/кг×сут,

Tp = 0,5 года,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 14**

**Решите задачу:** В питьевой воде некоторой местности обнаружен хлорорганический пестицид – ДДТ с концентрацией, равной утроенному значению его ПДК в воде, которая составляет 0,002 мг/л. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, пьющего эту воду в течение одного года. Учесть, что ежегодно этот человек уезжает из данной местности в отпуск, в котором проводит в среднем 30 дней. Пороговая мощность дозы ДЦТ при поступлении с пищей равна 5×10-4 мг/кг×сут.

C = 0,006 мг/л,

v = 2 л/сут,

f = 335 сут/год,

HD = 5\*10-4 мг/кг×сут,

Tp = 1 год,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 15**

**Решите задачу:** Предельно допустимая концентрация пестицида ДДТ в мясе составляет 0,1 мг/кг. Считается, что житель России съедает в год в среднем 26,6 кг мясопродуктов. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, употребляющего в течение 3 лет мясопродукты, в которых содержание ДДТ превышает его ПДК в мясе в 2 раза. Пороговая мощность дозы ДДТ при поступлении с пищей равна 5\*10-4 мг/кг×сут.

C = 2×0,1 мг/кг = 0,2мг/кг,

M = 26,6 кг/год,

Tp = 3 года,

HD = 5×10-4 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 16**

**Решите задачу:** Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью в результате вдыхания в течение одного года пестицида ДЦТ с концентрацией, равной 10 значениям ПДК этого вещества в воздухе. Пороговая мощность дозы ДДТ при его поступлении с воздухом составляет 5×10-4 мг/кг×сут. ПДК пестицида ДДТ в воздухе равен 0,0005 мг/м3.

C = 10 ПДК = 0,0005 мг/м3,

V = 20 м3/сут,

Tp = 1 год,

HD = 5×10-4 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 17**

**Решите задачу:** Предположим, что в воде находятся весьма токсичные тяжелые металлы - кадмий и ртуть, причем их содержание равно значениям соответствующих ПДК в питьевой воде. Эти значения равны 0,001 мг/л для кадмия и 0,0005 мг/л для ртути. Каков индивидуальный риск угрозы здоровья, если человек будет пить такую воду в течение 10 лет?

На протяжении каждого года воздействие токсикантов длится в средне 300 дней. Пороговая мощность дозы составляет 5×10-4 мг/кг×сут для кадмия и 3×10-4 мг/кг×сут для ртути.

CCd = ПДК = 1\*10-3 мг/л,

CHg = ПДК = 5\*10-4 мг/л,

v = 2 л/сут,

f = 300 сут/год,

Tp = 10 лет,

HD(Cd) = 5×10-4 мг/кг×сут,

HD(Hg) = 3×10-4 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 18**

**Решите задачу:** В некоторой местности обнаружен тяжелый металл – марганец, его содержание в воздухе оказалось равным 1 мкг/м, а в воде – в 5 раз больше допустимой среднесуточной дозы (ДСД), которая в России принята равной 0,2 мг/кг×сут. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек будет дышать таким воздухом и пить такую воду в течение 10 лет? На протяжении какого года воздействие токсиканта длится, в среднем, 300 дней. Пороговая мощность дозы марганца составляет 1,4 × 10-3 мг/кг×сут при поступлении с воздухом и равна 0,14 мг/кг×сут при поступлении с водой.

Cвозд = 1 мкг/м3 = 1×10-3 мг/ м3,

Mвод = 2 ДСД = 0,4 мг/кг×сут,

v = 2 л/сут,

f = 300 сут/год,

V = 20 м3/сут,

Tp = 10 лет,

HD(возд) = 1,4×10-3 мг/кг×сут,

HD(вод) = 0,14 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 19**

**Решите задачу:** В атмосферном воздухе обнаружены газообразные токсиканты – ацетон, фенол и формальдегид, причем их содержание превысило принятые в Российской Федерации значения среднесуточной предельно допустимой концентрации (СПДК): у ацетона и фенола - в 2 раза, а у формальдегида – в 3 раза. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек будет дышать таким воздухом в течение 7 лет? На протяжении каждого года воздействие токсиканта длится в среднем 330 дней. Значения пороговой мощности дозы при поступлении с воздухом составляют: у ацетона – 0,9 мг/кг×сут, у фенола – 0,004 мг/кг×сут, у формальдегида – 0,2 мг/кг×сут.

Cфен = 2 СПДК = 2×0,003 мг/м3 = 0,006 мг/ м3,

Cформ = 3 СПДК = 3×0,003 мг/м3 = 0,009 мг/ м3,

V = 20 м3/сут,

f = 330 сут/год,

Tp = 7 лет,

HD(ац) = 0,9 мг/кг×сут,

HD(фен) = 0,004 мг/кг×сут,

HD(форм) = 0,2 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**Задание 20**

**Решите задачу:** Предельно допустимая концентрация пестицида ДЦТ в сахаре составляет 0,005 мг/кг. Считается, что житель России съедает в год в среднем 19,7 кг сахара. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, употребляющего в течение 5 лет сахар, в котором содержание ДЦТ превышает его ПДК в 3 раза. Пороговая мощность дозы ДЦТ при поступлении с пищей равна 5×10-4 мг/кг×сут.

C = 3×0,005 мг/кг = 0,015 мг/кг,

M = 19,7 кг/год,

Tp = 5 лет,

HD = 5×10-4 мг/кг×сут,

P = 70 кг,

T = 30 лет.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Какие вещества относят к канцерогенным?
2. Как математически выражается зависимость дозы канцерогена от вероятности онкозаболевания?
3. Что характеризует фактор риска?
4. Каким образом определяется фактор риска?

**ЗАНЯТИЕ 11**

**ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ**

**ВОЗДЕЙСТВИИ БЕСПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ (НЕРАДИОАКТИВНЫХ КАНЦЕРОГЕНОВ)**

***Цель занятия*:** научиться делать оценку риска угрозы здоровья при взаимодействии беспороговых токсикантов (нерадиоактивных канцерогенов).

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

К канцерогенам относят вещества, воздействие которых достоверно увеличивает частоту возникновения опухолей (доброкачественных и/или злокачественных) в популяциях человека и/или животных и/или сокращает время развития этих опухолей. Как уже отмечалось, при оценке риска угрозы здоровью, обусловленного воздействием канцерогенных веществ, используют два важных положения. Во-первых, принято считать, что у канцерогенов нет пороговой дозы, их действие начинается уже при самых малых количествах, попавших в организм человека. Во-вторых, считается, что вероятность развития онкозаболевания (т.е. канцерогенный риск) прямо пропорционально количеству (дозе) канцерогена, введенного в организм. Совокупность этих двух положений называют беспороговой линейной моделью.

Линейный характер зависимости между канцерогенным риском и дозой канцерогенного вещества выражается простой формулой:

|  |  |
| --- | --- |
| *r = Fr* × *D* | (11.1) |

где *r* – индивидуальный канцерогенный риск; под ним следует понимать дополнительный риск (дополнительно к уже существующей вероятности заболеть раком) онкологического заболевания, вызываемый поступлением данного канцерогена; *D* – доза канцерогена, попавшего в организм человека; *Fr* – коэффициент пропорциональности между риском и дозой, называемый фактором риска.

Фактор риска*Fr* показывает, насколько быстро возрастает вероятность онкозаболевания при увеличении дозы канцерогена, поступившего в организм человека с воздухом, водой или пищей. Фактор риска еще называют коэффициентом наклона (Slope Factor), так как он характеризует угол наклона прямой зависимости «риск-доза». Очевидно, что чем больше угол наклона, тем больше угроза здоровью.

Единица фактора риска *Fr*  – [мг/кг×сут]-1; она обратна единице среднесуточного поступления канцерогена. Фактор риска количественно характеризует увеличение угрозы здоровью в результате ежедневного поступления данного канцерогена в количестве 1 мг, отнесенного к 1 кг массы тела человека.

Часто индивидуальный канцерогенный риск вычисляют по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| r = m × *Fr* | (11.2) |

где *m* – среднесуточное поступление канцерогена с воздухом, водой или с пищей, отнесенное к 1 кг массы тела человека, в миллиграммах на килограмм в сутки (мг/кг×сут).

Удобство расчета риска *r* по этой формуле заключается в том, что в результате перемножения величин *m* и *Fr* получается безразмерная величина.

Таблица 11.1 – Фактор риска при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с воздухом

| **Канцерогены** | ***Fr, (*мг/кг**×**сут*)-1*** |
| --- | --- |
| Дихлорметан | 1,6×10-3 |
| Трихлорэтилен | 7×10-3 |
| Формальдегид | 2,1×10-2 |
| Свинец и его соединения | 4,2×10-2 |
| Бензол | 5,5×10-2 |
| Винилхлорид | 7,2×10-2 |
| Тетрахлорэтилен | 0,15 |
| Дихлорэтан | 0,27 |
| Хлорбензол | 0,27 |
| ДДТ | 0,34 |
| Никель (пыль в воздухе) | 0,91 |
| Полихлорированные бифенилы | 2,0 |
| Выхлопные газы дизельных двигателей | 2,1 |
| Кадмий и его соединения | 6,3 |
| Бензо(а)пирен | 7,3 |
| Берилий, металл и оксид | 8,4 |
| Мышьяк | 12 |
| Хром (VI) | 42 |
| Берилий, сульфат | 3×103 |
| Диоксины (смесь) | 4,6×103 |

Значения факторов риска определяются, как правило, в результате опытов на животных. Агентство по защите окружающей среды США сформировало в сети Интернет базу данных по факторам риска различных канцерогенов, которая постоянно пополняется, а значения этих факторов уточняются по мере получения новых научных данных.

В таблице ниже приведены значения факторов риска *Fr* (в порядке его возрастания) при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с воздухом (табл.11.1), а также с водой и пищей (табл. 11.2).

Таблица 11.2 – Фактор риска при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с водой и пищей

| **Канцерогены** | ***Fr, (*мг/кг**×**сут*)-1*** |
| --- | --- |
| Свинец и его соединения | 8,5×10-3 |
| Хлороформ | 3,1×10-2 |
| Бензол | 5,5×10-2 |
| Пентахлорфенол C6H5Cl | 0,12 |
| Хлорбензол C16H14Cl2O3 | 0,27 |
| ДДТ | 0,3 |
| Кадмий и его соединения | 0,38 |
| Трихлорэтилен | 0,4 |
| Тетрахлорэтилен | 0,54 |
| Мышьяк | 1,75 |
| Винилхлорид | 1,9 |
| Бериллий, оксид | 7,0 |
| Полихлорированные бифенилы | 5,0 |
| Бензо (а) пирен | 12 |
| Бериллий, сульфат | 3×103 |
| Диоксины (смесь) | 1,6×105 |

Эти таблицы показывают, что величина фактора риска варьируется в очень широких пределах.

Ниже рассматривается методика решения задач, рекомендованная Агентством по защите окружающей среды США.

При решении задач, в которых рассматривается поступление канцерогена с воздухом, его среднесуточное поступление *m*, отнесенное к 1 кг массы человека, рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11.3) |

где *C* – концентрация канцерогена в воздухе (мг/м3); *V* – объем воздуха, поступающего в легкие в течение суток (м3/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м3 воздуха ежесуточно); *f* – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; *TP* – количество лет, в течение которых происходит воздействие канцерогена; *P* – средняя масса тела взрослого человека, принимая равной 70 кг; *T* – усредненное время возможного воздействия канцерогена, в качестве которого принимается средняя продолжительность жизни человека, считающаяся равной 70 годам (25 550 сут).

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление *m* канцерогена с водой на 1 кг массы тела человека определяется по несколько измененной формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11.4) |

где *C* – концентрация канцерогена в питьевой воде – мг/л; *v* – скорость поступления воды в организм человека, л/сут. Считается, что взрослый человек выпивает ежесуточно 2 литра воды; *f* – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; *TP* – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины *P* и *T* – такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена с воздухом.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление *m* канцерогена с пищей, приведенное к 1 кг массы тела человека, определяют по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11.5) |

где *C* – концентрация канцерогена в рассматриваемом пищевом продукте; *M* – количество продукта, потребляемого за один год; *TP* – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт;величины *P* и *T* – такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена с воздухом или водой.

После того, как вычислено среднесуточное поступление *m* канцерогена, приведенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывают индивидуальный канцерогенный риск *r* по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| *r = m* × *Fr* | (11.6) |

где Fr – фактор риска, выражаемый в (мг/кг×сут)-1, его значения приведены в табл. 24 и 25.

Если *r≤*10-6, индивидуальный канцерогенный рис считается пренебрежимо малым. Верхний предел допустимого индивидуального канцерогенного риска принимается равным 10-4.

Если *r>*10-4, индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым.

В случае воздействия нескольких канцерогенов полный риск выражается суммой отдельных рисков:

|  |  |
| --- | --- |
| *rt = r1 + r2 + …* | (11.7) |

Коллективный канцерогенный риск *R* определяется формулами:

|  |  |
| --- | --- |
| *R = r* × *N* | (11.8) |
| *Rt = rt* × *N* | (11.9) |

где *N* – количество человек, подвергающихся данному риску.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

**Решите задачу:** В воздухе вблизи химического завода находится дихлорметан, концентрация которого составляет 12 мг/м3. На протяжении 10 лет таким воздухом дышит население, численность которого составляет 6 тыс. человек. Количество дней, в течение которых люди подвергаются канцерогенному риску, равно в среднем 300. Фактор риска при поступлении дихлорметана с воздухом равен 1,6 × 10-3(мг/кг×сут)-1. Рассчитать значения индивидуального и коллективного канцерогенного рисков.

*C* = 12 мг/м3,

*V* = 20 м3/сут,

*Fr* = 1,6×10-3 (мг/кг×сут)-1,

*Tp* = 10 лет,

*f* = 300 сут/год,

*N* = 6×103 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 2**

**Решите задачу:** В ежегодный рацион жителя России входит в среднем 212,4 кг молочных продуктов. Предположим, что в молочных продуктах содержатся диоксины, и их концентрация равна значению ПДК для диоксинов в молоке (5,2×10-6 мг/кг). Пусть эти молочные продукты идут в пищу 100 человек на протяжении 2 лет. Фактор риска при поступлении диоксинов с продуктами питания равен *Fr* = 1,6×105(мг/ку×сут)-1. Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью.

*C* = 5,2×10-6 мг/кг,

*M* = 212,4 кг/год,

*Fr* = 1,6×105 (мг/кг\*сут)-1,

*Tp* = 2 года,

*N* = 102 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 3**

**Решите задачу:** Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для следующих условий. Содержание диоксинов в питьевой воде равно 10 ПДК этих веществ в воде, ПДК составляет 2\*10-8 мг/л. Время потребления такой воды группой в 1000 человек - 5 лет. Средняя частота потребления - 300 дней в год. Фактор риска при поступлении диоксинов с водой равен 1,6×105 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 10 ПДК = 2×10-7 мг/л,

*v* = 2 л/сут,

*f* = 300 сут/год,

*Fr* = 1,6×105 (мг/кг×сут)-1,

*Tp* = 5 лет,

*N* = 103 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 4**

**Решите задачу:** Рассчитать риск в виде количества дополнительных случаев онкологических заболеваний среди жителей поселка с населением в 10 тыс. человек в результате потребления воды с содержанием канцерогена – трихлорэтилена, равным 25 мкг/л. Такая вода потребляется в течение 30 лет, причем в течение каждого года она потребляется в среднем в течение 300 дней. Фактор риска в данном случае равен 0,4 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 25 мкг/л = 2,5×10-2 мг/л,

*v* = 2 л/сут,

*f* = 300 сут/год,

*Tp* = 30 лет,

*Fr* = 0,4 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 104 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 5**

**Решите задачу:** В воздухе некоторого промышленного предприятия обнаружен бензол с концентрацией, равной 15 мкг/м3. Рассчитать канцерогенный риск, которому подвергается рабочий при вдыхании бензола в течение полугода. Считается, что за рабочий день (на рабочем месте) человек вдыхает 10 м3 воздуха. Количество рабочих дней в году – 250. Фактор риска при поступлении бензола с воздухом равен 5,5 × 10-2 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 15 мкг/м3 = 0,015 мг/м3,

*V* = 10 м3/сут,

*f* = 250 сут/год,

*Tp* = 0,5 года,

*Fr* = 5,5 × 10-2 (мг/кг×сут)-1,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 6**

**Решите задачу:** Процесс производства в одном из цехов завода связано с поступлением в воздух пыли, содержащей никель. Измерения показали, что концентрация никеля в воздухе в раз превышает значение ПДК никеля в воздухе, которое равно 0,001 мг/м3. Считается, что за рабочий день (на рабочем месте) человек вдыхает 10 м3 воздуха. Рассчитать риск, которому подвергаются люди, работающие в этом цеху в течение 3 лет. Количество рабочих дней в году – 250. Фактор риска для никеля при его поступлении с воздухом равен 0,91 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 6 × 0,001 мг/м3 = 0,006 мг/м3,

*V* = 10 м3/сут,

*f* = 250 сут/год,

*Tp* = 3 года,

*Fr* = 0,91 (мг/кг×сут)-1,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 7**

**Решите задачу:** Рассчитать индивидуальный риск, обусловленный комбинированным действием двух канцерогенов, содержащихся в питьевой воде. В воде находится винилхлорид с концентрацией, равной 0,3 мг/л (его фактор риска при поступлении с водой составляет 1,9 (мг/кг×сут)-1, и мышьяк с концентрацией, равной его ПДК в питьевой воде (0,05 мг/л). Фактор риска при поступлении мышьяка с водой равен 1,75 (мг/кг×сут)-1. Такая вода потребляется в течение 3 лет, причем в течение каждого года она потребляется в среднем в течение 300 дней.

Винилхлорид:

*C1* = 0,3 мг/л,

*Fr(1)* = 1,9 (мг/кг×сут)-1,

Мышьяк:

*C2* = 0,05 мг/л,

*Fr(2)* = 1,75 (мг/кг×сут)-1,

*f* = 300 сут/год,

*Tp* = 3 года,

*v* = 2 л/сут,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 8**

**Решите задачу:** В некоторой местности из-за повышенного содержания мышьяка в почве и, как следствие, в кормовых травах содержание этого химического элемента в молоке оказалось равным 0,15 мг/кг, это в три раза выше ПДК мышьяка в молоке, которая составляет 0,05 мг/кг. Рассчитать риск употребления такого молока в течение 3 месяцев. Житель России выпивает среднем 69,6 кг молока в год. Фактор риска при поступлении мышьяка с пищевыми продуктами равен 1,75(мг/кг\*сут)-1.

*C* = 3×0,05 = 0,15 мг/кг,

*M* = 69,6 кг/год,

*Tp* = 0,25 года,

*Fr* = 1,75 (мг/кг×сут)-1,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 9**

**Решите задачу:** Шестивалентный хром, является достаточно сильным канцерогеном. Предположим, что содержание соединений шестивалентного хрома в воздухе равно его ПДК в воздухе и составляет 0,0015 мг/м3. Каков коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью в 10 000 человек, если все они дышат таким воздухом в течение 5 лет? Фактор риска для поступления *Cr6+* с воздухом равен 42 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 1,5×10-3 мг/м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 365 сут/год,

*Tp* = 5 лет,

*Fr* = 42 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×104 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 10**

**Решите задачу:** Предположим, что из-за влияния предприятий цветной металлургии содержание мышьяка в воздухе равно его ПДК в воздухе, которая составляет 0,003 мг/м3. Каков коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью 10 000 человек, если все эти люди дышат таким воздухом в течение 5 лет? Фактор риска для поступления мышьяка с воздухом равен 12 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 3×10-3 мг/м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 365 сут/год,

*Tp* = 5 лет,

*Fr* = 12 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×104 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 11**

**Решите задачу:** Средняя концентрация выхлопных газов дизельных двигателей автомобилей в некотором городе составляет 1 мкг в 1 кубическом метре. Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для 10 тыс. человек, живущих в рассматриваемых условиях в течение 5 лет. Фактор риска в данном случае равен 2,1 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 1 мкг/м3 = 1×10-3 мг/м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 365 сут/год,

*Tp* = 5 лет,

*Fr* = 2,1 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×104 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 12**

**Решите задачу:** В Российской Федерации значение ПДК (среднесуточной) бензо(а)пирена в воздухе населенных мест принято считать равным 1 нг/м3. Предположим, что содержание этого канцерогена в воздухе некоторого населенного пункта превысило эту величину в 5 раз. Каков коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью 100 000 человек, если все эти люди дышат таким воздухом в течение 3 лет? Фактор риска для поступления бензо(а)пирена с воздухом равен 7,3(мг/кг×сут)-1.

*C* = 5ПДК = 5×10-9 г/м3 = 5×10-6 мг/м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 365 сут/год,

*Tp* = 3 года,

*Fr* = 7,3 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×105 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 13**

**Решите задачу:** В Российской Федерации значение ПДК бензо(а)пирена в поверхностных водах принято равным 5 нг/л. Содержание этого канцерогена в воде некоторого населенного пункта превысило данную величину в 5 раз. Каков коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью 100 000человек, если все эти люди пьют такую воду в течение 3 лет? В течение каждого года такая вода потребляется в среднем 330 дней. Фактор риска для поступления бензо(а)пирена с водой равен 12 /(мг/кг×сут)-1.

*C* = 5 ПДК = 25 × 109 нг/л = 2,5×10-5 мг/л,

*v* = 2 л/сут,

*f* = 330 сут/год,

*Tp* = 3 года,

*Fr* = 12 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×105 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70

**Задание 14**

**Решите задачу:** Среднее содержание канцерогена – сульфата бериллия в овощах, выращенных в непосредственной близости от химкомбината, оказалось равным 10 мкг/кг. Житель России съедает в среднем 94 кг овощей в год. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек употребляет в пищу такие овощи в течение 3 месяцев? Фактор риска для поступления сульфата бериллия с продуктами питания равен 3×103 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 10 мкг/кг = 0,01 мг/кг,

*M* = 94 кг/год,

*Tp* = 0,25 года,

*Fr* = 3×103 (мг/кг×сут)-1,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 15**

**Решите задачу:** Среднее содержание канцерогена бензола в картофеле оказалось равным 60 мг/кг. Житель России съедает, в среднем, 124,2 кг картофеля в год. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек употребляет в пищу этот картофель в течение одного года? Значение фактора риска для поступления бензола с продуктами питания составляет 5,5×10-2 (мг/кг×сут)-1.

*C* = 60 мг/кг,

*M* = 124,2 кг/год,

*Tp* = 1 год,

*Fr* = 5,5×10-2 (мг/кг×сут)-1,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 16**

**Решите задачу:** Рассчитать индивидуальный риск, обусловленный комбинированным действием двух токсикантов-канцерогенов, содержащихся в воздухе: трихлорэтилена с концентрацией, равной 0,3 мг/м3 (его фактор риска составляет 0,4 (мг/кг×сут)-1), и бензо(а)пирена с концентрацией, равной 0,05 мг/м3 (фактор риска – 12 (мг/кг×сут)-1). Таким воздухом человек дышит в течение 5 лет, причем в среднем в течение 300 дней в году.

|  |  |
| --- | --- |
| Трихлорэтилен | Бензо(а)пирен |
| *C1* = 0,3 мг/м3 | C2= 0,05 мг/ м3 |
| *Fr(1)* = 0,4 (мг/кг×сут)-1 | *Fr(2)* = 12 (мг/кг×сут)-1 |

*f* = 330 сут/год,

*vp* = 20 м3/сут,

*Tp* = 5 лет,

*P* = 70 кг,

*T* = 70

**Задание 17**

**Решите задачу:** В Российской Федерации значение ПДК бензо(а)пирена в поверхностных водах принято равным 5 нг/л, а значение ПДК (среднесуточной) бензо(а)пирена в воздухе населенных мест – 1 нг/м3. Предположим, что содержание этого канцерогена как в воде, так и в воздухе некоторого населенного пункта превысило значения соответствующих ПДК в 3 раза. Каков суммарный коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью 100 000 человек, если все эти люди пьют такую воду и дышат таким воздухом в течение 3 лет? В течение каждого года канцероген действует в среднем 330 дней. Фактор риска для поступления бензо(а)пирена с водой и воздухом одинаков и равен 7,3 (мг/кг×сут)-1.

*Cвод* = 3 ПДК = 15×10-4 г/л = 1,5×10-5 мг/л,

*vp* = 20 л/сут,

Cвозд= 3 ПДК = 3×10-9 = 3×10-6 мг/ м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 330 сут/год,

*Tp* = 3 года,

*Fr* = 7,3 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 1×105 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**Задание 18**

**Решите задачу:** В Российской Федерации значение ПДК тяжелых металлов-канцерогенов в воздухе приняты равными: никель – 0,001 мг/ м3, хром (VI) – 0,0015 мг/ м3. Предположим, что содержание этих канцерогенов как в воздухе некоторого населенного пункта равно значениям соответствующих ПДК. Каков суммарный коллективный риск угрозы здоровью для контингента людей численностью 500 человек, если эти люди будут дышать таким воздухом в течение 30 лет? В течение каждого года канцерогены действуют в среднем 330 дней. Фактор риска для поступления с воздухом для Cr(VI) равен 42 (мг/кг×сут)-1, а для Ni – 7,6 (мг/кг×сут)-1.

*CNi* = ПДК = 1×10-3 мг/ м3,

CCr= ПДК = 1,5×10-3 мг/ м3,

*V* = 20 м3/сут,

*f* = 330 сут/год,

*Tp* = 30 лет,

*Fr(Ni)* = 7,6 (мг/кг×сут)-1,

*Fr(Cr)* = 42 (мг/кг×сут)-1,

*N* = 5\*102 чел,

*P* = 70 кг,

*T* = 70 лет.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Какие вещества относят к канцерогенным?
2. Как математически выражается зависимость дозы канцерогена от вероятности онкозаболевания?
3. Что характеризует фактор риска?
4. Каким образом определяется фактор риска?

**ТЕМА 7. АДМИНИСТРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ЗАНЯТИЕ 12**

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

***Цель занятия*:** изучить основные экономические механизмы природопользования, выполнить расчет экологического налога.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

Экономические механизмы природопользования рассматриваются в качестве косвенного воздействия на предприятия-загрязнители окружающей среды. Они охватывают все виды экономического стимулирования рационального природопользования.

Экономические механизмы охраны окружающей среды включают:

- кадастры природных ресурсов;

- финансовое и материально-техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды;

- платы за пользование природными ресурсами и их загрязнение;

- экологические фонды;

- экономическое стимулирование.

Кадастры природных ресурсов – это своды экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, а также категории природопользователей. Кадастры составляются по видам природных ресурсов: земельный, лесной, водный и др. На базе их данных определяется денежная стоимость природного ресурса.

Финансовое и материально-техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды. Существует несколько источников финансирования охраны окружающей среды:

- государственный бюджет;

- внебюджетные экологические фонды;

- средства предприятий, учреждений и организаций.

Мероприятия по охране окружающей среды и природопользованию осуществляются на основе государственной экологической программы с учётом природно-ресурсного потенциала отдельных регионов.

Финансирование экологических программ в бюджете выделяется отдельной строкой и обеспечивается материально-техническими ресурсами.

Плата за пользование природными ресурсами и их загрязнение –институт, введённый после отмены исключительной государственной собственности на природные ресурсы. Предполагается, что платность природных ресурсов повышает материальную заинтересованность производственников в эффективном использовании и сохранении этих природных ресурсов, а также обеспечивает появление дополнительных средств на их восстановление и воспроизводство.

Законом предусмотрено два вида платы:

1) за пользование природными ресурсами;

2) за загрязнение окружающей среды.

Основным назначением платы за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды является компенсация причиняемого вреда, стимуляция сокращения выбросов и экономическое обеспечение оздоровления и охраны окружающей среды.

Экологические фонды. Внебюджетные экологические фонды образуются из средств, поступающих от организаций, граждан, иностранных юридических лиц; из платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов; из сумм, полученных по искам, штрафов, за счёт средств от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства. Эти средства зачисляются на специальные счета и распределяются на реализацию природоохранных мероприятий:

- охрана окружающей природной среды;

- оздоровление окружающей природной среды;

- строительство очистительных сооружений;

- внедрение экологически чистых технологий;

- компенсация вреда здоровью граждан;

- научные исследования;

- экологическое воспитание и образование.

Расходование средств экологических фондов на цели, не связанные с природоохраняемой деятельностью, запрещается.

Экономическое стимулирование осуществляется следующим образом:

- установлением налоговых и иных льгот предприятиям при внедрении безотходных технологий, использовании вторичных ресурсов и осуществлении другой деятельности, обеспечивающей природоохранный эффект;

- освобождением экологических фондов от налогообложения;

- передачей части экологических фондов в кредит предприятиям, гарантирующим снижение выбросов загрязняющих веществ;

- установлением повышенных норм амортизации основных производственных, природоохранных фондов;

- применением поощрительных цен на экологически чистую продукцию;

- введением специального налога на экологически вредную продукцию;

- применением льготного кредитования предприятий, эффективно осуществляющих природоохранную деятельность.

Местными властями могут устанавливаться и другие виды экологического стимулирования охраны окружающей среды.

Расчет экологического налога и величины платы за пользование природными ресурсами

Плательщиками экологического налога признаются организации (за исключением бюджетных) и индивидуальные предприниматели. Объектами налогообложения экологическим налогом являются:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- сброс сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду;

- хранение, захоронение отходов производства;

- перемещение по территории страны нефти и нефтепродуктов магистральными нефтепроводами, а также переработка нефти и нефтепродуктов на соответствующих предприятиях;

- производство и/или импорт товаров, содержащих в своем составе 50 % и более летучих органических соединений;

- производство и/или импорт пластмассовой, стеклянной тары, тары на основе бумаги и картона и иных товаров, после утраты потребительских свойств которых образуются отходы, оказывающие вредное воздействие на окружающую среду.

Сумма экологического налога исчисляется как произведение налоговой базы и налоговой ставки. Налоговая база определяется как объемы фактических выбросов / сбросов предприятия за отчетный период (квартал). Ставки экологического налога установлены Налоговым кодексом.

Налог за добычу (изъятие) природных ресурсов рассчитывается аналогично экологическому.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

**Решите задачу:** Определите величину налога за пользование природными ресурсами за второй квартал текущего года по домостроительному комбинату (таблица 12.1).

**Задание 2**

**Решите задачу:** Произведите расчет экологического налога для котельной, работающей на отходах древесины, за третий квартал текущего года (таблица 12.2).

**Задание 1**

**Решите задачу:** Рассчитайте экологический налог за захоронение отходов производства на полигоне (таблица 12.3).

Таблица 12.1 – Добыча (изъятие) природных ресурсов за II квартал текущего года по асфальтобетонному заводу

| **Наименование природного ресурса** | **Лимитная добыча,**  **тыс. т (м3)** | **Ставка налога за добычу (изъятие) природных ресурсов, р/т (м3)** | **Фактически добыто, тыс.т (м3), по вариантам** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Песок формовочный, тыс. т | 16 | 330 | 16 | 15 | 14 | 13 | 17,6 |
| Песок строительный для использования в дорожном строительстве, тыс. м3 | 20 | 82 | 20 | 20,1 | 20 | 20,2 | 20 |
| Камень облицовочный, тыс.м3 | 35 | 3377 | 37 | 36 | 30 | 35 | 36,4 |
| Глина, тыс. м3 | 12 | 195 | 11 | 17 | 13 | 12,5 | 11 |
| Вода из поверхностных источников (для производства продукции), тыс. м3 | 42 | 0,2 | 43 | 40 | 41 | 42 | 40 |

Таблица 12.2 – Выбросы асфальтобетонного завода за II квартал

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование загрязняющего вещества** | **Класс опасности** | **Ставка экологического налога** | **Допустимый выброс, т** | **Фактические выбросы, т, по вариантам** | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Азота диоксид | 2 | 1635215 | 2,429 | 2,42 | 2,45 | 2,39 | 2,5 | 3 | 2,428 |
| Азота оксид | 3 | 540580 | 0,67 | 0,68 | 0,67 | 0,7 | 0,65 | 0,67 | 0,69 |
| Марганец и его соединения | 2 | 1635215 | 0,001 | 0,001 | 0,0011 | 0,0009 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0008 |
| Пыль неорганическая | 3 | 540580 | 0,004 | 0,0045 | 0,004 | 0,005 | 0,004 | 0,0038 | 0,004 |
| Серы диоксид | 3 | 540580 | 1,11 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,11 | 1,15 | 1,11 |
| Твердые частицы суммарно | 3 | 540580 | 27,65 | 27,65 | 27,66 | 27,53 | 26,89 | 27,65 | 27,68 |
| Углерода оксид | 4 | 268610 | 19,396 | 19,4 | 19,45 | 19,39 | 19,38 | 19,4 | 19,4 |

Таблица 12.3 – Объем образования твердых отходов производства по предприятию

| **Наименование** | **Норматив образования, т** | **Класс опасности** | **Ставка налога** | **Фактически** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Зола и шлак топочных установок | 0,1 | 3 | 243596 | 0,1 | 0,11 | 0,1 | 0,15 | 0,09 |
| Отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка | 0,08 | 4 | 121451 | 0,1 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,1 |
| Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения | 45,36 | Неопасные | 9576 | 45,0 | 45,36 | 46,0 | 45,5 | 45,5 |
| Отходы (смет) от уборки территорий промышленных предприятий и организаций | 240,52 | 4 | 121451 | 240,0 | 245,5 | 242,1 | 240,52 | 243,1 |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Перечислите экономические механизмы природопользования.
2. Назовите источники финансирования мероприятий по охране окружающей среды.
3. Перечислите природоохранные мероприятия, на осуществление которых могут быть направлены денежные средства экологических фондов.
4. Назовите основные направление экономического стимулирования рационального природопользования.
5. Перечислите объекты обложения экологическим налогом.

**ТЕМА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И**

**ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ**

**ЗАНЯТИЕ 13**

**РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВОНАРУШЕНИЯ**

***Цель занятия*:** научиться проводить расчет экологического ущерба от экологического правонарушения.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Методика расчета экономического ущерба от загрязнения атмосферы**

Укрупненная оценка экономического ущерба (У) от загрязнения атмосферы, причиняемого годовыми выбросами в атмосферу, для любого источника определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.1) |

где – величина экономического ущерба от загрязнения атмосферы, руб./год;

– нормативный экологический ущерб от выбросов в атмосферу, руб./у.т. (величина удельного ущерба от загрязнения ОС, руб/у.т.);

– безразмерная величина, характеризующая относительную опасность реципиентов, которые находятся в зоне активного загрязнения (0,05 ≤ 𝜎 ≤ 30), это поправка, учитывающая характер территории, на которую осуществляется воздействие;

– поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере. Величина поправки зависит от активной высоты источника, скорости ветра и скорости оседания веществ;

– приведенная масса годового выброса, у.т./год.

Величина удельного ущерба ( ) от загрязнения атмосферы на момент разработки методики была принята равной 2,4 руб./у.т. В течение последующих лет за счет индексации она менялась. В современных расчетах по этой методике, возможно, наиболее обоснованным будет использование коэффициентов индексации, введенных для платежей за загрязнения ОС.

Коэффициент зоны активного загрязнения (параметр 𝜎) рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.2) |

где – общая площадь зоны активного загрязнения;

– табличное значение показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от типа территории (Табл. 13.1);

– площадь *i*-й части загрязненной территории.

Таблица 13.1 – значение показателя в зависимости от типа территории.

| **Территории** |  |
| --- | --- |
| Территория курортов | 10 |
| Пригородные зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы | 8 |
| Населенные места с плотностью населения *n* чел./га | (0,1 га/чел) *n* |
| Населенные пункты свыше 300 тыс. чел. независимо от плотности населения | 8 |
| Территории промышленных предприятий и узлов, включая защитные зоны | 4 |
| Леса:  I группа | 0,2 |
| II группа | 0,1 |
| III группа | 0,025 |
| Пашни:  Южная зона | 0,25 |
| Центральная и Южная Сибирь | 0,15 |
| Другие территории | 0,1 |
| Сады и виноградники | 0,5 |
| Пастбища и сенокосы | 0,05 |

Значение поправки *f*, учитывающей характер рассеивания загрязнителей в атмосфере, при скорости оседания менее 1 м/с (для газообразных примесей и мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания) рассчитывают по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.3) |

где – геометрическая высота источника, м;

– поправка на тепловой объем факела выброса в атмосфере;

– среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с.

Если значение неизвестно, то оно принимается равным 3 м/с; в противном случае табличное значение и умножаются на поправку:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.4) |

*Значение поправки* определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.5) |

где – среднегодовое значение разности температур в устье источника и окружающей среды, .

Для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 м/с, величина *f* принимается равной 10.

Для частиц, оседающих со скоростью 1-20 м/с, принимается:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.6) |

Величина для этих частиц находится в пределах 0,89-4, а для частиц, оседающих со скоростью меньше 1 см/с, – 1-0,08.

Скорость оседания продуктов горения в продуктах выброса при переработке нефти: диоксида серы, оксидов азота, углерода, углеводородов, по данным большинства исследователей, лежит в пределах 0,001-1 м/с.

*Приведенная масса годового выброса* загрязнений в атмосферу (*М*), у.т/год, рассчитывается с учетом количеств веществ, поступающих в атмосферу, и показателей их относительной агрессивности по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.7) |

где *М* – приведенная масса годового выброса источника, у.т/год;

– масса годового выброса *i*-го вещества, т/год;

– показатель относительной агрессивности примеси *i*-го вида;

*n* – общее число примесей.

*Коэффициент относительной агрессивности* находится по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.8) |

где – показатель относительной опасности присутствия вредного вещества в воздухе, вдыхаемом человеком, у.т/т.

– поправка на вероятность накопления *i*-го вещества в окружающей среде;

– поправка, характеризующая влияние вредного воздействия вещества на всех остальных реципиентов, кроме человека;

– поправка, учитывающая вероятность вторичного попадания вредных веществ в атмосферу;

– поправка, учитывающая вероятность образования из исходных вредных веществ вторичных загрязнителей с более токсичными свойствами.

*Показатель относительной опасности* находится по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13.9) |

где – среднесуточная предельно допустимая концентрация *i*-го вещества, справочная величина;

– предельно допустимое значение средней за рабочую смену концентрации *i*-го вещества на территории рабочей зоны, справочная величина.

Значение поправок и показателей относительной опасности и агрессивности для некоторых ЗВ приведены в приложении 2.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

**Решите задачу:** Определить эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами пыли углерода и сажи от точечного источника загрязнения, расположенного на территории промышленного предприятия, если масса годового выброса взвешенных веществ (*m*) составляет 25 т/год, нормативный экологический ущерб () – 2,05 руб./у.т. Поправку принять равной 1.

**Задание 2**

**Решите задачу:** Используя данные таблицы 8.1, оценить годовой размер экономического ущерба от загрязнения атмосферы газовыми выбросами предприятий, принять . Ранжировать величину ущерба для предприятия.

Выявить, какие ЗВ вносят наибольший вклад в величину экологического ущерба.

Таблица 8.1 – Годовой объем выбросов предприятиями ЗВ в атмосферу, т.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Диоксид серы** | **Оксид углерода** | **Оксиды азота** | **Углеводороды** | **Аммиак** | **Сажа** |
| 70 | 35 056 | 6 754 | 437 652 | 438 | 4 538 |

**Задание 3**

Определить приведенную годовую массу выброса ЗВ и годовой ущерб, наносимый ОС загрязнениями, по нижеприведенным данным.

Годовые выбросы в атмосферу: 3 т. летучих углеводородов, 2000 т. древесной пыли, 6000 т. оксида углерода, 6000 т. оксида серы, 0,3 т. оксидов азота, 2 т. аммиака. Плотность населения города – 350 чел./га; поправка, учитывающая характер рассеивания примесей в атмосфере, – 2,25.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Дайте определение понятия «экологический ущерб».
2. Когда используется термин «экономический ущерб».
3. Из каких составляющих формируется величина эколого-экономического ущерба?
4. Какие методы расчета экологического ущерба существуют?
5. Какие коэффициенты пересчета используются при расчете эколого-экономического ущерба атмосферы?

**ТЕМА 9. ОВОС В ПРОЕКТАХ БАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

**ЗАНЯТИЕ 14**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ТЭЦ**

***Цель занятия*:** ознакомиться с экологическими проблемами энергетики, изучить возможности альтернативного получения энергии.

**БАЗОВЫЙ МАТЕРИАЛ**

*Современное состояние энергетических проблем.*

*Энергетика* – это отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12 – 15 лет. При таком состоянии темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения.

Существует четыре основных направления использования энергии:

* Транспорт – автомобили, автобусы, самолеты, поезда, корабли, трактора, бульдозеры и т.д.;
* Промышленность – металлургия, химический синтез, производство других материалов, изготовление готовых изделий;
* Температурный контроль – отопление и охлаждение (кондиционирование) помещений, горячее водоснабжение;
* Производство электроэнергии, необходимой для работы электромоторов, приводящих в действие самое различное оборудование, освещение. Бытовой и промышленной электроники.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся, поэтому важно получить ответы на некоторые вопросы:

* Какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;
* Можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использование энергии;
* Каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым.

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. На долю нефти приходится 44% общего энергопотребления; доля природного газа в нем составляет 21, а угля – 22%. Ядерное топливо, гидростанции и другие энергоресурсы дают остальные 13%.

Уголь, нефть и природный газ часто называют ископаемым топливом. Хотя эти ископаемые и образовались в результате биологических процессов, всякое пополнение их запасов по мере использования исключено по двум причинам. Во-первых, условия на Земле изменились так, что значительного накопления органического вещества уже не происходит. Во-вторых, мы потребляем горючие ископаемые со скоростью, немного превышающей необходимую для их образования. Подсчитано, что количество сырой нефти, расходуемое сейчас в течение дня, формировалось естественным путем в течение тысячи лет.

*Экологические проблемы тепловой энергетики.*

За счет сжигания топлива (включая дрова и другие биоресурсы) в настоящее время производится около 90% энергии. Доля тепловых источников уменьшается до 80% в производстве электроэнергии. При этом в промышленно развитых странах нефть и нефтепродукты используются в основном для обеспечения нужд транспорта. Например, в США нефть в общем энергобалансе страны составляла 44%, а в получении электроэнергии – только 3%. Для угля характерна противоположная закономерность: при 22% в общем энергобалансе он является основным в получении электроэнергии (52%). В Китае доля угля в получении электроэнергии близка к 75%, в то же время в России преобладающим источником получения электроэнергии является природный газ (около 40%), а на долю угля приходится только 18% получаемой энергии, доля нефти не превышает 10%.

В мировом масштабе гидроресурсы обеспечивают получение около 5-6% электроэнергии (в России 20,5%), атомная энергетика дает 17-18% электроэнергии. В России ее доля близка к 12%, а в ряде стран она является преобладающей в энергетическом балансе (Франция – 74%, Бельгия – 61%, Швеция – 45%).

Сжигание топлива – не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ.

Сравнение удельных выбросов в атмосферу различными типами электростанций показывает, что особо сильное загрязнение создается при сжигании угля.

Воздействие тепловых угольных станций сказывается на загрязнении атмосферы, водных источников, земельных угодьях. Особую опасность представляют выбросы окислов углерода, серы и азота. Моноксид углерода образуется при неполном сгорании углесодержащих веществ. Диоксид углерода образуется при полном окислении кислосодержащего топлива. Попавший в атмосферу диоксид углерода остается в ней в среднем 2-4 года. В это время он повсеместно распространяется по земной поверхности. Его влияние отражается не только в токсическом действии на живые организмы, но и в способности поглощать инфракрасные лучи. При нагревании земной поверхности солнечными лучами часть тепла в виде инфракрасного излучения отражается обратно в мировое пространство. Отраженное тепло частично перехватывается газами, поглощающими инфракрасное излучение. Если это явление происходит в тропосфере, то наблюдающийся рост температуры может приводить к климатическим изменениям – «парниковому эффекту». Это явление приводит к потеплению климата.

Тепловая энергетика дает около 50% выбросов окислов азота в атмосферу. В количественном отношении выбросы окислов азота в 3-5 раз ниже, чем двуокиси серы. Однако они более токсичны, способствуют образованию фотохимического смога, приводят к накоплению в приземном слое озона, усиливают парниковый эффект. Окислы азота обладают резко выраженным раздражающим действием, особенно на слизистые оболочки.

Более сильным может оказаться действие сочетаний отдельных элементов – сказывается эффект суммации.

Для выбросов тепловых электростанций наиболее опасной является суммация сернистого газа и двуокиси азота.

Поступление оксидов азота и серы в атмосфере способствует возникновению «кислотных» дождей. Диоксид серы в атмосфере претерпевает ряд химических превращений, важнейшее из них - окисление и образование кислоты. Диоксид серы, сернистая кислота в несколько промежуточных стадий могут превращаться в серную кислоту с помощью ионов металлов, присутствующих в воздухе и облаках.

Вымывая из атмосферы эти кислоты, осадки становятся кислотными. Негативное влияние кислотных осадков можно проследить в нескольких направлениях: 1) гибнут водные экосистемы; 2) происходит деградация лесов; 3) кислотные осадки, просачиваясь сквозь почву, способны выщелачивать алюминий и тяжелые металлы, которые оказывают сильное токсическое воздействие как на растения, так и на животных.

Выбросы основных вредных элементов топлива от сжигания нефтяного топлива (мазута) значительно меньше, чем при сжигании угля. Однако при сжигании мазута выделяются окислы различных металлов - ванадия, алюминия, магния, марганца, железа.

Наиболее экологически чистым видом топлива является природный газ. При его сжигании существенно сокращаются объемы сернистых соединений, отсутствуют выбросы твердых частиц. Однако газовые электростанции могут внести свой вклад в потепление климата. Метан, входящий в состав природного газа, относится к газам, вызывающим парниковый эффект.

Существует ряд способов уменьшения вредного воздействия тепловых станций, связанного с загрязнением атмосферы. Один из них - очистка топлива, которая может изменить вредность выбрасываемых газов. Наиболее сложно снижение выбросов оксидов серы. Работы по уменьшению вредных выбросов тепловых электростанций связаны со значительным удорожанием 1 кВт установленной мощности, составляющим 2-5 % при установке оборудования для улавливания твердых частиц и 25-30 % при оснащении установками для поглощения двуокиси серы.

Радиус воздействия тепловых электростанций на окружающую территорию велик и зависит от высоты трубы и особенностей метеорологической ситуации. При высоте трубы 300 м он достигает 50 км.

Тепловые электростанции являются крупным потребителем водных ресурсов. Основной расход воды связан с охлаждением турбогенератора – около 3 л воды на каждый кВт/ч. Сбрасываемые сточные воды имеют повышенную температуру и приводят к тепловому загрязнению, которое, в свою очередь, ведет к изменению биоты под воздействием выпуска нагретых вод, более чем в 1,5 раза увеличивается биологическая потребность кислорода, растет количество основных форм азота, более активно проявляются токсические свойства различных химических веществ, попадающих в водоемы. Повышение температуры водоема способствует росту микроорганизмов, ухудшению эпидемиологической обстановки.

Для уменьшения теплового загрязнения крупных водных систем используют подводные брызгальные устройства, отвод теплых вод на большую глубину, искусственную аэрацию водоемов. Наиболее эффективно применение оборотной системы водоснабжения на водохранилищах - охладителях и градирнях.

Сооружение тепловых электростанций приводит к существенному изъятию земельных ресурсов - большие площади отводятся под склады топлива, для хранения золы и шлака. Наличие золотоотвалов способствует усилению эрозии окружающих земель, уменьшению плодородия сельскохозяйственных угодий.

*Экологические проблемы гидроэнергетики.*

В отличие от рассмотренных типов станций ГЭС не загрязняют ни воздушный, ни водный бассейны. Основной источник воздействия ГЭС на природу – создаваемые водохранилища с площадями зеркала в тысячи квадратных километров и объемом в десятки и сотни кубических километров. Создание водохранилищ приводит к потере ценных сельскохозяйственных земель, лесов, месторождений полезных ископаемых.

Изменяются ландшафты лесных долин выше и ниже гидроузлов. Подпоры резко меняют гидрологические режимы рек, на большом протяжении вверх по течению речные условия сменяются озерными. Снижается скорость течения, повышается частота возникновения ветровых волн, усиливается переработка берегов.

Мощные гидроэнергетические сооружения несут потенциальную опасность крупных катастроф.

*Экологические проблемы атомной энергетики.*

Атомные электростанции имеют ряд преимуществ по сравнению с тепловыми, особенно работающими на угле. Существенно различаются потребности в топливе. Для работы АЭС мощностью в 1000 МВт требуется 1,5 т обогащенного урана. Для тепловой станции той же мощности, работающей на угле, необходимо 3,5 млн. т угля в год. АЭС могли бы решить проблемы кислотных осадков, парникового эффекта, создаваемые тепловыми станциями, так как они не выбрасывают углекислого газа, двуокиси серы, оксидов азота. Выбросы радиоактивных элементов при нормальной работе ядерных установок невелики. В атмосферу попадают в основном инертные радиоактивные газы. При применении средств газоочистки активность газовых выбросов на АЭС оказывается ниже санитарных норм. Эти преимущества долгое время позволяли считать АЭС экологически чистыми.

Однако и в нормальном, безаварийном режиме работы у АЭС имеются существенные недостатки. Атомная станция для охлаждения реактора требует в 1,5 раза больше воды, чем тепловая. Более существенным, чем в тепловой энергетике, является и изъятие земель для строительства прудов – охладителей, санитарно-защитных зон. Повышенные землеемкость и водоемкость АЭС особенно ощущаются при размещении станций в районах, дефицитных по воде и высоким потенциальным плодородием сельскохозяйственных угодий.

Проблемой является хранение твердых и жидких радиоактивных отходов. Объем твердых отходов ежегодно достигает на АЭС 2000-3000 кубических метров. Основным видом твердых отходов является отработанное топливо – ТВЭЛы. Ежегодно на станции заменяют до 1/3 действующих ТВЭЛов новыми. Как правило, большая часть жидких и твердых отходов хранится в специально оборудованных на станциях хранилищах. На электростанциях России, имеющих большой срок эксплуатации, заполненность хранилищ жидкими и твердыми отходами довольно высока.

Нельзя к тому же рассматривать АЭС изолированно от предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ), включающего взаимосвязанные производства: добычу урановой руды, ее переработку с получением урановых концентратов и гексафторида урана; обогащение урана, изготовление тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов); регенерацию отработанного ядерного топлива на радиохимических заводах, хранение, отработку и захоронение отходов высокой и низкой удельной активности, транспортировку топлива и радиоактивных отходов между различными предприятиями ЯТЦ; демонтаж ядерных установок. Каждое из этих производств является потенциально опасным и вносит свой вклад в загрязнение среды.

АЭС рассчитана примерно на 30 лет работы, после чего ее нужно демонтировать. Согласно основным положениям снятия АЭС с эксплуатации все технологии демонтажа должны приводить к «зеленой площадке» – т. е. к полной очистке территории для последующего неограниченного использования.

В случае аварии АЭС становится источником повышенной опасности для окружающей территории и особенно для человека. Авария на Чернобыльской АЭС (1986 г.) по международной шкале аварий на АЭС была самой крупной, катастрофичной, оцениваемой по масштабам и последствиям для населения и окружающей природной среды как глобальная катастрофа. По оценкам объем выброса составил от 50 до 100 млн. Ки. Авария на ЧАЭС затронула все Северное полушарие. Особенно пострадали территории Белоруссии, Украины, ряд областей России, особенно Брянская.

Концепция развития атомной энергетики в Российской Федерации предусматривает: обеспечение безопасности действующих АЭС, их техническое перевооружение и реконструкцию. Строительство станций нового поколения предполагает использование новых типов реакторов.

Однако доля атомной энергетики в производстве электроэнергии не будет существенно расти и не превысит 12%.

*Некоторые пути решения проблем современной энергетики.*

*Энергосбережение* – это разработка систем, более эффективно использующих энергию, т.е. обеспечивающих такой же или даже более высокий уровень транспортных услуг, освещения, отопления, производительности труда и т. д. при меньших энерготратах.

Рассмотрим некоторые пути и способы получения энергии, позволяющие существенно уменьшить отрицательное воздействие на среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов. В их числе можно назвать следующие.

1. Использование и совершенствование очистных устройств. В настоящее время на многих ТЭС улавливаются в основном твердые выбросы с помощью различного вида фильтров. Наиболее агрессивный загрязнитель – сернистый ангидрид – на многих ТЭС не улавливается или улавливается в ограниченном количестве. В это же время имеются ТЭС (США, Япония), на которых производится практически полная очистка от данного загрязнителя, а также от окислов азота и других вредных полютантов. Для этого используются специальные десульфурационные (для улавливания диоксида и триоксида серы) и денитрификационные (для улавливания окислов азота) установки. Наиболее широко улавливание окислов серы и азота осуществляется посредством пропускания дымовых газов через раствор аммиака. Конечными продуктами такого процесса являются аммиачная селитра, используемая как минеральное удобрение, или раствор сульфата натрия (сырье для химической промышленности). Такими установками улавливается до 96% окислов серы и более 80% окислов азота. Существуют и другие методы очистки от названных газов

2. Уменьшение поступления соединений серы в атмосферу посредством предварительного обессеривания углей и других видов топлива (нефть, газ, горючие сланцы) химическими и физическими методами. Этими методами удается извлечь из топлива от 50 до 70% серы до момента его сжигания.

3. Экономия электроэнергии. Особенно велики такие возможности для России за счет снижения энергоёмкости получаемых изделий. Не менее реальна экономия энергии за счет уменьшения металлоемкости продукции, повышения ее качества и увеличения продолжительности жизни изделий. Перспективно энергосбережение за счет перехода на наукоемкие технологии, связанные с использованием компьютерных и других устройств.

4. Не менее значимы возможности экономии энергии в быту и на производстве за счет совершенствования изоляционных свойств зданий. Реальную экономию энергии дает замена ламп накаливания с КПД около 5 % флуоресцентными, КПД которых в несколько раз выше.

Крайне расточительно использование электрической энергии для получения тепла.

5. Заметно повышается также КПД топлива при его использовании вместо ТЭС на ТЭЦ. В последнем случае объекты получения энергии приближаются к местам ее потребления и тем самым уменьшаются потери, связанные с передачей на расстояние. Наряду с электроэнергией на ТЭЦ используется тепло, которое улавливается охлаждающими агентами. При этом заметно сокращается вероятность теплового загрязнения водной среды. Наиболее экономично получение энергии на небольших установках типа ТЭЦ непосредственно в зданиях.

*Развитие альтернативных источников энергии.*

Снизить потребление сырой нефти и других традиционных видов топлива можно, заменив их другими источниками энергии. Такой переход неизбежен в долгосрочной перспективе, поскольку возможности энергосбережения ограничены законами термодинамики. Все это, естественно, должно сочетаться с развитием энергосберегающих технологий:

1. *Солнечная энергия* – это кинетическая энергия излучения (в основном света), образующаяся в результате термоядерных реакций в недрах Солнца. Ее запасы практически неистощимы. Примерено 1% солнечной энергии вполне достаточно для обеспечения всех нужд транспорта, промышленности и нашего быта не только сейчас, но и в обозримом будущем.

По использованию солнечной энергии на душу населения на первом месте в мире стоит Кипр, где 90% коттеджей и большое число отелей и многоквартирных домов располагают солнечными водонагревателями. В Израиле солнечная энергия обеспечивает 65% горячего водоснабжения жилищ. Основными источниками энергии являются:

* солнечные батареи, изготовленные из особых материалов, в которых попадающая энергия света индуцирует поток электронов, т.е, электрический ток;
* «энергобашни» – установленные на площади в несколько гектаров зеркала фокусируют солнечный свет на котле, находящемся на вершине башни. Высокая температура превращает воду в пар, приводящий в движение обычный турбогенератор. По своей рентабельности энергобашни могут конкурировать с АЭС, а кроме того, не загрязняют окружающую среду;
* солнечные пруды – это еще более дешевый способ улавливать и запасать солнечную энергию. Искусственный водоем частично заполняется рассолом (очень соленой водой), поверх которого находится пресная вода. Плотность рассола гораздо выше, поэтому он остается на дне и верхним слоем почти не смешивается. Солнечные лучи без помех проходят через пресную воду, но поглощаются рассолом, превращаясь при этом в тепло. Верхний слой действует как изоляция, не позволяя остывать нижнем. Поскольку солнечный пруд представляет собой высокоэффективный теплоаккумулятор, с его помощью можно получать энергию непрерывно.

1. *Энергетическое использование биомассы.* Биомассой называется любая органика, образующаяся за счет фотосинтеза. Ее энергетическое использование – непосредственное применение в виде топлива или переработка в различные его виды. Здесь существует несколько способов:

* прямое сжигание – одна треть населения земного шара до сих пор использует древесину как единственный источник тепла и получения энергии, что приводит к загрязнению воздуха дымом;
* получение метана – питание бактерий органикой в анаэробных условиях сопровождается выделением так называемого биогаза, на две трети состоящего из метана. Использование биогенеза в качестве источника энергии таит в себе большие возможности;
* получение спирта – когда дрожжи в анаэробных условиях питаются сахаром или крахмалом, в качестве побочного продукта выделяется спирт, происходит так называемое спиртовое брожение. Кипятя полученный раствор и конденсируя спирт, его концентрируют. Первой страной, начавшей крупномасштабное производство спирта из сахарного тростника как автомобильного горючего, стала Бразилия. В настоящее время многие автомобили там работают на его смеси с бензином – так называемом бензоспирте.

1. *Энергия ветра*. Наряду с энергией воды, ветер также используется людьми с глубокой древности. В настоящее время это современные машины, называемые ветротурбинами. Чем больше площадь лопастей ветротурбины, тем больше она позволяет получить энергии. В большинстве регионов мира есть территории, где ветры дуют практически постоянно, что делает использование ветротурбин вполне рентабельным.
2. *Геотермальная энергия*. Поскольку в недрах Земли в результате распада природных радиоактивных веществ идет постоянное высвобождение энергии, внутренняя часть планеты представляет собой расплавленную горную породу, которая время от времени вырывается наружу в виде вулканических извержений и других загрязнителей, в частности, соединений серы. Эти примеси вызывают быструю коррозию турбин и другого оборудования, а, выбрасываясь в конечном итоге в окружающую среду, загрязняют и воздух, и воду. Серосодержащие отходы геотермальных станций можно иногда сравнить по вредности с теми, что выделяют ТЭС, работающие на высокосернистом угле, а горячий рассол, спускаемый в реки, способен привести к экологической катастрофе. Число мест с геотермальными водами невелико, и многие из них расположены далеко от потребителей энергии.
3. *Энергия приливов и отливов*. Самое простое предложение по использованию энергии приливов и отливов заключается в постройке плотины с турбинами поперек устья морского залива. Вода, проходя во время прилива через отверстия в плотине, приводит турбины в движение, генерируя электроэнергию. При отливе наклон лопастей меняется на противоположный и генераторы продолжают работать без остановки. В настоящее время в мире функционируют две приливно-отливные электростанции в нашей стране и во Франции. Выработка электроэнергии на таких установках рентабельна при амплитуде колебаний уровня воды не менее 6 м. На Земле есть около 15 мест, где амплитуда приливов и отливов достигает такой величины.

Но и у этого вида энергии есть недостатки экологического характера. Плотины вызывают существенную деградацию среды они образуют наносы, мешают миграции морских организм нарушают сложившиеся механизмы циркуляции и перемещения морских и пресных вод.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

**Задание 1**

Составьте принципиальную схему классификации энергетики (рис. 13.1) и поясните ее.

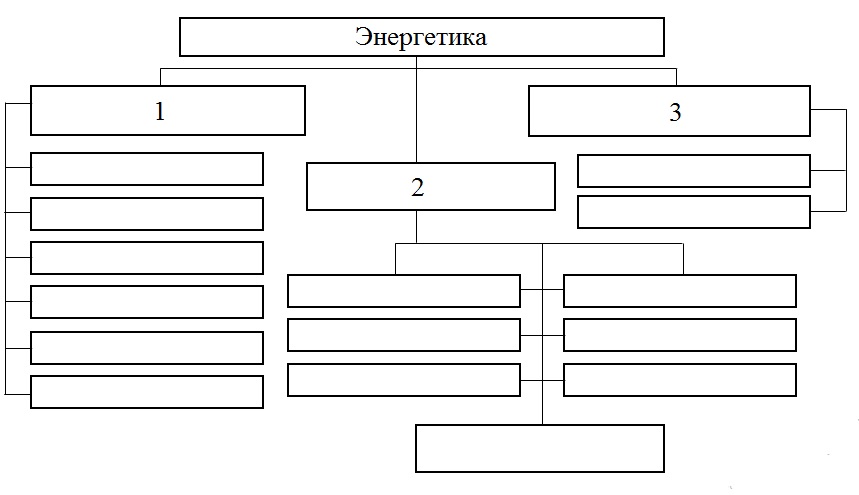


Рисунок 13.1 – Классификация энергетики

**Задание 2**

Изучите базовый материал. Заполните таблицу 13.1 «Нетрадиционные источники энергии».

Таблица 13.1 – Нетрадиционные источники энергии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Нетрадиционные источники энергии** | **Характеристики источника** |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Задание 3**

Изучите базовый материал. Заполните таблицу 13.2 «Использование солнечной энергии».

Таблица 13.2 – Использование солнечной энергии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Способы использования солнечной энергии** | **Характеристики способов** | **Результат** | **Возможный вред** |
| Физический |  | Получение экологически чистой энергии |  |
| Биологический |  |  |

**Задание 4**

Изучите базовый материал. Заполните таблицу 13.3 «Использование нетрадиционных источников энергии в различных странах мира и в России».

Таблица 13.3 – Использование нетрадиционных источников энергии в различных странах мира и в России

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Страны мира** | **Нетрадиционные способы получения энергии** | **Примечания** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**ВОПРОСЫ ДЛЯ БЕСЕДЫ**

1. Что такое энергетика? Раскройте понятие этого термина в узком и широком смыслах.
2. В чем состоит различие между топливно-энергетическими, топливными и энергетическими ресурсами?
3. Почему с энергетикой связывают наиболее острые экологические проблемы?
4. Какие традиционные источники энергетики вам известны?
5. Назовите альтернативные источники энергии.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ**

1. Предмет и задачи экологии.
2. История экологии как науки.
3. Структура экологии.
4. Понятие экологического фактора, классификация факторов среды.
5. Общие закономерности действия факторов на организмы.
6. Характеристика основных абиотических факторов (свет, температура, влажность, давление, соленость и т.д.)
7. Основные среды жизни и их краткая сравнительная характеристика.
8. Биотические факторы, их классификация.
9. Адаптивные биологические ритмы, их классификация.
10. Жизненные формы организмов: растения.
11. Жизненные формы организмов: животные.
12. Популяция и ее структура.
13. Пространственная структура популяций.
14. Половая, возрастная и генетическая структура популяций.
15. Этологическая структура популяций.
16. Основные популяционные характеристики: численность и плотность, рождаемость и смертность.
17. Динамика популяций.
18. Гомеостаз и экологические стратегии популяций.
19. Понятие о биоценозе и биогеоценозе.
20. Видовая структура биогеоценоза.
21. Пространственная структура биогеоценоза.
22. Отношения организмов в биогеоценозах.
23. Понятие экологической ниши.
24. Учение об экосистемах, их классификация.
25. Круговороты веществ.
26. Продуктивность экосистем.
27. Динамика экосистем.
28. Биосфера как глобальная экосистема.
29. Развитие биосферы в ноосферу – сферу разума.
30. Классификация антропогенных воздействий на природу.
31. Экологические кризисы и экологические катастрофы.
32. Антропогенное воздействие на атмосферный воздух.
33. Антропогенное воздействие на гидросферу.
34. Антропогенное воздействие на растительность.
35. Антропогенное воздействие на животных.
36. Воздействие сельскохозяйственной деятельности на природу.
37. Энергопотребление, функционирование и биопродуктивность агроэкосистем.
38. Ландшафтная организация агроэкосистем.
39. Экологические аспекты интенсификации земледелия.
40. Среда жизни человека.
41. Влияние состояния окружающей среды на здоровье человека.
42. Техногенные аварии и природные катастрофы.
43. Пути решения экологических проблем.
44. Методы экологических исследований.
45. Международное сотрудничество в области экологии.
46. Экологическое моделирование и прогнозирование.
47. Экологический мониторинг.
48. Экологическая экспертиза.
49. Экологическое воспитание и просвещение.
50. Экономика и экология.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРАКТИКУМА**

1. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. М.: ЮНИТИ, 1998. – 415 с.
2. Акрилонитрил. // Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 28. - Женева: ВОЗ, 1987. – 114 с.
3. Берляид М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 272 с.
4. Будыко М. И. Глобальная экология. – М., 1977. – 327 с.
5. Ваганов П. А., Ман-Сунг Им. Экологические риски. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 152 с.
6. Войткевич Г. В., Вронский В. А. Основы учения о биосфере. – М.: Просвещение, 1989. – 160 с.
7. Воронцов А. И., Харитонова Н. 3. Охрана природы. – М.: Высшая школа, 1977. – 408 с.
8. Глухов В. В. и др. Экономические основы экологии. – СПб: Специальная литература. 1995. – 280 с.
9. Горелов, А. А. Экология : учебник для студентов вузов по гуманит. специальностям. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 400 с. – (Высшее професиональное образование. Гр. ).
10. Демин, В.Ф. Научно-методические аспекты риска // Атомная энергия. № 1. 1999. С. 12-15.
11. Меньшиков, В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 2003. 264 с.
12. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 348 с.
13. Иоганзен Б. Г. Основы экологии. – Томск, 1959. – 390 с.
14. Лацко Р. Экономические проблемы охраны окружающей среды. – М.: Прогресс, 1979. – 216 с.
15. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – Т. I. – 328 с., Т. 11. – 376 с.
16. Оуэн О. С. Охрана природных ресурсов. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
17. Пономарева И. Н. Экология растений с основами биогеоценологии. – М.: Просвещение, 1978. – 207 с.
18. Протасов В. Ф., Молчанов А. В. Экология, здоровье и природопользование в России. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
19. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
20. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
21. Степановских А. С. Рациональное использование и охрана земель. – Омск: ОмСХИ, 1980. – 20 с.
22. Степановских, А. С. Экология : учебник для вузов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 703 с.
23. Степановских А. С. Охрана окружающей среды. – Курган: ГИПП Зауралье, 1998. – 512 с.
24. Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964.
25. Сукачев В. Н. Избранные труды. – М.: Наука, 1972.
26. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха. Источники и контроль. – М.: Мир, 1980. – 640 с.
27. ЭБС «Znanium»: Маринченко, А. В. Экология [Электронный ресурс] : Учебник для бакалавров / А. В. Маринченко. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. – 304 с.
28. ЭБС «Znanium»: Валова (Копылова), В. Д. Экология [Электронный ресурс] : Учебник / В. Д. Валова (Копылова). – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 360 с.
29. ЭБС «Znanium»: Общая экология. Курс лекций: Учебное пособие / В.В. Маврищев. – 3-e изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. – 299 с.: ил.; 60x90 1/16. – (Высшее образование: Бакалавриат).
30. ЭБС «Znanium»: Общая экология. Курс лекций: Учебное пособие / В.В. Маврищев. – 3-e изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. – 299 с.: ил.; 60x90 1/16. – (Высшее образование: Бакалавриат).
31. Экология : учебник для студентов вузов по техн. специальностям / под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. – 3-е изд., стер. – Москва : КНОРУС, 2016. – 304 с. – (Бакалавриат. Гр.). – Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа http://www.book.ru].
32. ЭБ «Труды ученых СтГАУ»: Экология [электронный полный текст] : курс лекций / И. О. Лысенко, С. В. Окрут, Т. Г. Зеленская, О. А. Поспелова, Е. Е. Степаненко, Р. А. Кубрина, Е. Н. Башкот; СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 1,41 МБ.
33. Экология : курс лекций / И. О. Лысенко [и др.] ; СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 240 с.
34. Экология: методы исследований : учеб.-метод. пособие / сост.: О. Г. Шабалдас, Т. Г. Зеленская, О. А. Поспелова, Е. Е. Степаненко ; СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2009. – 136 с.
35. ЭБ «Труды ученых СтГАУ»: Экология [электронный полный текст] : курс лекций / И. О. Лысенко, С. В. Окрут, Т. Г. Зеленская, О. А. Поспелова, Е. Е. Степаненко, Р. А. Кубрина, Е. Н. Башкот; СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 1,41 МБ.