

ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РОССИИ

Кафедра физики и радиоэлектроники

С.В. Железный
А.И. Ситников
Т.Н. Короткова

ЭКОЛОГИЯ

Методические рекомендации
для слушателей факультета заочного обучения, обучающихся
по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника,
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Воронеж 2023

ББК 30.82
УДК 351.74

Коллектив авторов: С.В. Железный, А.И. Ситников, Т.Н. Короткова

*Рецензенты: Д.Г. Смирнов, начальник отдела организации системы связи и обеспечения ее функционирования ЦИТСиЗИ ГУ МВД России по Воронежской области, подполковник внутренней службы;
Ю.А. Печникова, эксперт отдела биологических экспертиз ЭКЦ ГУ МВД России по Воронежской области, капитан полиции.*

Железный С.В., Ситников А.И., Короткова Т.Н. Экология: методические рекомендации для слушателей факультета заочного обучения [Электронный ресурс] / С.В. Железный [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2023. – 72 с.

Методические рекомендации по дисциплине «Экология» подготовлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.01. Радиотехника, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника на основе имеющихся учебно-методических материалов кафедры физики и радиоэлектроники и предназначены для слушателей, обучающихся на факультете заочного обучения. Издание содержит методические рекомендации по выполнению контрольной работы, темы с перечнем основных вопросов, лабораторные работы и практические задания, варианты контрольных заданий, примеры выполнения заданий, приложения и литературу.

© Воронежский институт МВД России, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Введение	4
Лабораторная работа № 1.	8
Экологические климатические факторы.	
Определение параметров	
Лабораторная работа № 2.	15
Радиоактивное загрязнение окружающей среды	
Практическое задание №1.	24
Расчет концентрации вредного вещества в приземной области атмосферы, при выбросе нагретой газовой смеси из трубы промышленного предприятия	
Практическое задание №2.	28
Оценка загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы (по концентрации СО).	
Практическое задание №3.	30
Химическое загрязнение окружающей среды и методы контроля химического загрязнения биосферы	
Практическое задание №4.	32
Воздействие загрязняющих веществ (ионов металлов) на человека и животных	
Практическое задание №5.	34
Теоретические вопросы	
Вопросы для зачета	37
Глоссарий	39
Приложения	64
Литература	72

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях особое внимание уделяется вопросам регулирования взаимоотношений человеческого общества и окружающей среды. Контролю и управлению подлежат все сферы человеческой деятельности. В связи с этим одинаково важными являются и биологические, и инженерно-технические и экономические и правовые аспекты взаимоотношений человечества и природы. Экология – наука, изучающая взаимоотношения живых организмов с окружающей средой; законы функционирования экосистем; среду обитания живых существ, включая человека. Изначально экология развивалась, по сути, как биоэкология. В дальнейшем, вобрав в себя проблемы окружающей среды, экология проникла в смежные дисциплины: в физику и химию, в инженерные отрасли, в информатику и вычислительную технику. Она находит применение в экономике, политике, социологии, праве и т.д. Этот процесс проникновения проблем экологии в другие области знаний называется экологизацией.

Экологизация, наряду с прочими отраслями деятельности человеческого общества, затронула и правоохранительные органы. Закон «О полиции» устанавливает обязанности сотрудников органов внутренних дел в области охраны окружающей среды. Пресечением и предупреждением экологических преступлений занимаются различные подразделения правоохранительных органов. Таким образом, правоохранительные органы занимаются защитой конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду.

К началу XXI века объем антропогенного воздействия на окружающую среду стал слишком велик и приблизился к пределу устойчивости биосферы. Окружающая среда, в свою очередь, отвечает порой непредсказуемыми изменениями, представляющими серьезную экологическую опасность. Поэтому трудно переоценить значение, которое в современных условиях приобретают методы регистрации и оценки качества окружающей среды.

В связи с этим особое внимание при изучении курса экологии в техническом вузе уделяется лабораторному практикуму и выполнению практических заданий. Выполнение лабораторных работ позволяет закрепить теоретические знания, изучить методы инструментального контроля качества окружающей среды, получить практические навыки работы с измерительной аппаратурой, необходимые для проведения экологического контроля и экологического мониторинга. Практические задания, входящие в контрольные работы, включают в себя решение задач по типовым методикам оценки антропогенного воздействия на состояние окружающей среды, а также самостоятельное изучение конкретных вопросов, предусмотренных программой дисциплины.

Данное пособие предназначено для приобретения слушателями факультета заочного обучения, обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профессиональных компетенций, необходимых в их профессиональной деятельности, освоения ряда методов инструментального контроля качества окружающей среды, а также для знакомства с расчетными методиками, позволяющими оценивать и прогнозировать степень воздействия инженерных объектов на окружающую среду. Особое внимание уделяется сравнению полученных результатов с нормативами качества окружающей среды.

Важной частью методических рекомендаций является глоссарий – словарь экологических терминов и законов. В нем приведены термины, правила и законы, как общеэкологического характера, так и узкоспециального, необходимые для осуществления профессиональной деятельности.

Подготовка к выполнению и требования к оформлению лабораторной работы

Подготовка к выполнению лабораторной работы обязательно включает в себя изучение теоретических введений и описаний методик проведения экспериментов. Сведения, содержащиеся в этих разделах, дают ясное представление о сути изучаемых явлений и применяемых методах измерений.

К выполнению лабораторной работы допускаются слушатели, имеющие конспект работы, понимающие цель работы, суть изучаемых явлений и имеющие представление о методиках проведения предстоящих измерений.

Конспект лабораторной работы должен содержать:

1. Номер, название и цель работы, используемое оборудование и материалы.
2. Рабочие формулы и их анализ.
3. Краткое описание и схемы лабораторных установок.
4. Таблицы для записи измеряемых и расчетных величин.

В процессе написания конспекта лабораторной работы слушатель должен получить представление о порядке выполнения лабораторной работы и об используемом оборудовании.

Выполнение работы

1. В начале занятия слушатель получает допуск к выполнению работы.
2. Проводит измерения и записывает результаты в таблицы.
3. Проводит расчеты, оценивает погрешность и показывает результаты преподавателю.

4. Если результаты не соответствуют действительности, то необходимо повторить измерения.

5. При получении положительных результатов работа считается выполненной и оформляется полностью. В конце работы пишется вывод.

Отчет по лабораторной работе

1. Лабораторная работа должна быть выполнена и полностью оформлена.

2. Теоретическая часть сдается в объеме зачетного минимума, приведенного в конце описания каждой работы.

Сдать работу можно на любом занятии (после выполнения основного задания) и в часы консультаций.

Техника безопасности

В лаборатории экологии слушатели должны выполнять следующие правила техники безопасности:

1. Находиться в лаборатории и выполнять работы можно только с разрешения преподавателя или лаборанта.

2. Работать с установками можно после четкого уяснения методов работы с ними.

3. Соблюдать крайнюю осторожность при работе со стеклянной посудой и реактивами. Ни в коем случае не пробовать реактивы на вкус.

4. После сборки электрических цепей их должен проверить преподаватель или лаборант. Все изменения в схеме производятся при выключенном электропитании.

5. По окончании измерений или при перерыве в работе необходимо отключить установки от сети.

6. В случае неисправности лабораторной установки устранять ее самостоятельно запрещается.

7. При возникновении чрезвычайных обстоятельств поставить в известность преподавателя или лаборанта и принять меры к их ликвидации.

Общие методические указания к выполнению контрольных заданий

Слушатель заочного факультета должен представить в учебное заведение одну контрольную работу.

Исходные данные для выполнения заданий и номера вопросов определяются по таблицам, приведенным в каждом задании.

Условия заданий и теоретические вопросы в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть четко обоснованы. Делать это необходимо по возможности кратко. Для замечаний преподавателя оставляются поля. В конце расчетных заданий пишется ответ.

Оформление титульного листа (образец)

Воронежский институт МВД России

Кафедра физики и радиоэлектроники

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Экология»

Выполнил: слушатель _____ учебной группы
факультета заочного обучения
Иванов И.И.

Проверил: _____
« ____ » _____ 20__ г.

Воронеж 20__

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться определять влажность, температуру, давление атмосферы, скорость потоков воздуха и освещенность поверхностей.

ОБОРУДОВАНИЕ: гигрометры психрометрические ВИТ-1 и ВИТ-2, люксметр Ю-116, барометр, прибор для определения скорости потока воздуха.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

На состояние окружающей среды и на живые организмы оказывают сильное влияние различные экологические факторы. Экологический фактор – любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное воздействие на живые организмы. Экологические факторы делятся на три категории: 1) абиотические – факторы неживой природы; 2) биотические – факторы живой природы; 3) антропогенные – факторы человеческой деятельности.

Из всего разнообразия экологических факторов рассмотрим те из них, которые по отношению к живым организмам прежде всего выполняют управляющую роль. К таким абиотическим факторам следует отнести климатические, эдафические и водные.

К климатическим факторам относят поступающую на Землю солнечную энергию, освещенность земной поверхности, влажность атмосферного воздуха, температуру воздуха, ветер, давление, осадки, газовый состав атмосферы.

Солнечная энергия и освещенность земной поверхности

Количество солнечной энергии, проходящей через атмосферу к поверхности Земли, практически постоянно и равно $0,14 \text{ Дж/см}^2\text{с}$. Эту величину называют солнечной постоянной. Поступающая от солнца лучистая энергия распределяется по спектрам следующим образом. На видимую часть спектра с длиной волны 400-750 нм приходится 48% солнечной радиации, на ультрафиолетовую – 7%. Именно эти лучи играют наиболее важную роль в процессах фотосинтеза. Инфракрасные лучи с длиной волны более 750 нм не воспринимаются многими животными и растениями, но являются необходимыми источниками тепловой энергии.

Введем основные световые величины, позволяющие количественно описать видимое излучение.

Часть лучистого потока, воспринимаемая органами зрения человека как свет, называется световым потоком, обозначается буквой Φ и измеряется в люменах (лм). С физической точки зрения световой поток – это мощность видимого излучения, т.е. световая энергия, излучаемая по всем направлениям за единицу времени.

Сила света источника равна отношению светового потока, излучаемого в данном направлении, к телесному углу, в котором он распространяется (ед. измерения – кандела (кд)):

$$I = d\Phi/d\omega, \quad (1)$$

где $d\Phi$ – световой поток, исходящий от источника света и распространяющийся равномерно внутри элементарного телесного угла;
 $d\omega$ – величина элементарного телесного угла.

Следующая светотехническая величина – это освещенность. Освещенностью поверхности E называется величина, измеряемая отношением светового потока $d\Phi$, падающего на поверхность dS , к величине поверхности dS , т.е.

$$E = d\Phi/dS, \quad (2)$$

Освещенность измеряется в люксах (лк).

Влажность

Влажность атмосферного воздуха – параметр, характеризующий процесс насыщения его водяными парами. Абсолютной влажностью воздуха называется количество воды, которое содержится в 1 м^3 воздуха. Она характеризуется либо плотностью водяных паров p , т.е. массой воды в 1 м^3 , либо чаще парциальным давлением (упругостью) p_n водяных паров. Относительной влажностью называется отношение имеющегося парциального давления водяных паров к тому давлению, которое достаточно для насыщения при данной температуре:

$$\varphi = p_n/p_{\text{нн}}(t). \quad (3)$$

Разность между максимальным насыщением воздуха водяными парами и данным насыщением носит название дефицита влажности и является важным экологическим параметром. На анализе дефицита

влажности основаны многие способы прогнозирования различных явлений в мире живых организмов.

Атмосферные осадки

Атмосферные осадки тесно связаны с влажностью и являются результатом конденсации водяных паров. Среднее количество осадков, выпадающих на поверхность Земли, равно 1000 мм/год. Режим осадков является важнейшим фактором, определяющим миграцию загрязняющих веществ в биосфере.

Газовый состав атмосферы

Газовый состав атмосферы представлен преимущественно азотом, кислородом, диоксидом углерода, озоном, инертными газами. Эти элементы участвуют в образовании белковых структур живых организмов (N), обеспечивают окислительные процессы (O_2), выполняют роль защитного экрана от ультрафиолетового излучения (O_3), служат демпфером солнечного и ответного земного излучений.

Температура

Температура на поверхности Земли определяется температурным режимом атмосферы и тесно связана с солнечным излучением. Для большинства наземных животных и растений температурный оптимум колеблется от 15 до 30°C.

К климатическим факторам относят также давление атмосферы, передвижение воздушных масс, вызываемое перепадом давления и играющее важную роль при переносе загрязнений воздуха.

На абиотические климатические факторы окружающей среды накладываются антропогенные факторы человеческой деятельности. Совместное действие этих факторов создают микроклимат рабочих помещений. Оптимальными микроклиматическими условиями являются такие сочетания количественных параметров микроклимата (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха), которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции.

ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для измерения освещенности в производственных помещениях применяют приборы, называемые люксметрами. Эти приборы измеряют

фототок, возникающий в цепи селенового фотоэлемента и соединенного с ним измерительного прибора под влиянием падающего на чувствительный слой светового потока. Чем больше световой поток, тем сильнее отклоняется стрелка прибора от нулевой точки.

Измерение температуры воздуха обычно сочетается с определением его влажности и производится по сухому термометру психрометра. Можно пользоваться обычным ртутным (химическим) термометром со шкалой 100°C.

Приборы, измеряющие влажность, называются гигрометрами, или психрометрами. Действие волосяного гигрометра основано на свойстве волоса удлиняться при увеличении влажности. Простейший психрометр – это устройство, состоящее из сухого и влажного термометров. У влажного термометра резервуар обернут гигроскопической тканью, конец которой опущен в емкость с водой. Сухой термометр показывает действительную температуру воздуха, а влажный – более низкую температуру, так как испаряющаяся с поверхности влажной ткани вода отнимает тепло у резервуара термометра. Существуют специальные переводные психрометрические таблицы, позволяющие по разнице показаний сухого и влажного термометров определять относительную влажность воздуха.

Более сложным по конструкции, но и более точным, является аспирационный психрометр. В аспирационном психрометре термометры обдувают потоком исследуемого воздуха, что приводит к увеличению разности показаний, повышает их стабильность и, следовательно, точность измерений.

Гигрометр психрометрический типа ВИТ состоит из основания, на котором укреплены: два термометра со шкалой, психрометрическая таблица и стеклянный питатель, заполняемый дистиллированной водой. Резервуар термометра с надписью "Увлажн." увлажняется водой из питателя с помощью фитиля из батиста или шифона (фитиль должен быть всегда чистым, мягким и влажным).

ВНИМАНИЕ! При работе с гигрометром запрещается:

- 1. Подвергать гигрометр резким ударам.**
- 2. Протирать шкалу термометров и психрометрическую таблицу растворителями или другими аналогичными жидкостями.**
- 3. Перегревать термометры гигрометра ВИТ-1 более 45°C, а гигрометра ВИТ-2 – более 60°C. При перегреве произойдет разрушение резервуаров термометров. Термометрическая жидкость – толуол. Он токсичен, огнеопасен, температура вспышки около 5° С.**

Скорость движения воздуха измеряется анемометрами. Работа крыльчатого анемометра основана на изменении скорости вращения специального колеса, оснащенного алюминиевыми крыльями. При

изменении скорости воздушного потока изменяется и скорость вращения колеса. Существуют и другие приборы для измерения скорости движения воздуха: шаровые или цилиндрические кататермометры и термоанемометры.

Для измерения атмосферного давления воздуха используются барометры. В ртутных барометрах при изменении атмосферного давления меняется высота столба ртути в специальной трубке (опыт Торричелли). При увеличении давления столбик удлиняется, при уменьшении давления "барометр падает" – столб ртути уменьшает свою высоту. Давление атмосферы можно измерять также мембранным манометром, который носит название барометра-анероида. Анероиды градуируются и выверяются по ртутному барометру. Они менее надежны, чем ртутный барометр, так как имеют пружины и мембраны, которые с течением времени могут вытягиваться или изменять форму.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Получите у преподавателя измерительные приборы и описания к ним. Ознакомьтесь с устройством и работой приборов.

УПРАЖНЕНИЕ 1

Определение влажности и температуры воздуха

1. Снимите питатель с основания. Заполните питатель дистиллированной водой. Заполнение производите путем погружения питателя в сосуд с водой запаянным концом вниз.

2. Установите питатель на основании таким образом, чтобы от края открытого конца питателя до резервуара термометра было расстояние не менее 20 мм, а фильтр не касался стенок открытого конца питателя.

3. Установите гигрометр в вертикальном положении на уровне глаз работающего с ним. В месте установки гигрометра должны отсутствовать вибрации, источники тепла или холода, создающие разницу температур между нижним, основным резервуаром и верхним запасным более чем в 2°C.

4. Психрометрическая таблица (новограмма), установленная на основании гигрометра, действительна для определенной скорости вертикальных воздушных потоков (скорости аспирации), омывающих гигрометр. Скорость аспирации указана в таблице. Перед измерением относительной влажности измерьте скорость аспирации непосредственно под гигрометром. Измерение скорости аспирации производится с помощью анемометра (прибор для измерения скорости воздушного потока).

5. Измерение относительной влажности гигрометром проводите только после установления показаний термометров гигрометра. Минимальное время выдержки гигрометра в измеряемой среде 30 мин.

6. Снимите показания по сухому и увлажненному термометрам с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$.

7. Вычислите разность температур по сухому и увлажненному термометрам. Результаты занесите в таблицу 1.

8. Определите относительную влажность с помощью психрометрической таблицы (лицевая панель прибора).

9. Зная относительную влажность и давление насыщенных паров $P_{\text{нп}}(t)$ (Приложение 1), определите абсолютную влажность воздуха по формуле:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{нп}}(t) \cdot \varphi / 100\%. \quad (4)$$

Ответ дать в паскалях. Для справки: 1 мм рт. ст. = 133 Па.

10. Определите точку росы (приложение 1) для найденного значения давления водяных паров.

11. Вычислите плотность водяных паров (т. е. абсолютную влажность воздуха в г/м^3) с помощью уравнения Менделеева–Клапейрона:

$$\rho_{\text{п}} = P_{\text{п}} \cdot M / RT, \quad (5)$$

где $P_{\text{п}}$ – давление паров (Па), M – молярная масса воды (г/моль), $R = 8,31 \text{ Дж/(К} \cdot \text{моль)}$, T – абсолютная термодинамическая температура.

12. Результаты запишите в таблицу 1.

Таблица 1

№	$t_{\text{с}}, ^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{увл}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{с}} - t_{\text{в}}, ^{\circ}\text{C}$	$\varphi, \%$	$P_{\text{нп}}, \text{Па}$	$P_{\text{п}}, \text{Па}$	$T_{\text{росы}}, ^{\circ}\text{C}$	$\rho_{\text{п}}, \text{г/м}^3$
1								
2								
3								
4								
5								
Ср.								

УПРАЖНЕНИЕ 2

Определение давления воздуха

С помощью имеющихся барометров проведите измерение атмосферного давления. Запишите результаты.

УПРАЖНЕНИЕ 3

Измерение освещенности

Для определения величины освещенности используем переносной фотоэлектрический люксметр Ю 116.

1. Установите измеритель люксметра в горизонтальном положении.
2. Присоедините к корпусу измерителя селеновый фотоэлемент.
3. Установите на фотоэлемент насадки КГ и проведите измерения.

При отсутствии сигнала, с целью поиска диапазона измерений, последовательно устанавливайте насадки КР и КМ. Проведите измерения. Измерения проводите в точках, указанных преподавателем.

4. Запишите результаты.
5. Сделайте выводы.

ЗАЧЕТНЫЙ МИНИМУМ

Экологические факторы. Законы Коммонера. Толерантность. Закон толерантности Шелфорда. Закон минимума Либиха. Классификация экологических факторов. Климатические факторы и их влияние на живые организмы. Параметры, характеризующие климатические факторы. Измерение освещенности. Измерение атмосферного давления. Измерение температуры атмосферы. Измерение влажности воздуха. Измерение скорости движения воздуха.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить методы контроля радиационного загрязнения среды, приобрести навыки работы с дозиметрической аппаратурой.

ОБОРУДОВАНИЕ: рентгенметр ДП-5В, прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104, бытовой дозиметр БЕЛЛА, образцы для исследования, учебный источник радиоактивного излучения.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Виды ионизирующих излучений

Ряд научных открытий и, как следствие, развитие физико-химических технологий в XX веке привели к возникновению искусственных источников радиации, представляющих серьезную опасность для человека и биосферы в целом. Вся живая природа адаптирована к естественному фону, обусловленному радиоактивностью земной коры, проникающим космическим излучением, присутствие газа радона в среднем дает от 30 до 50 % естественного фона. В доиндустриальную эпоху естественный фон составлял около 8-9 мкР/ч. На сегодняшний момент этот фон, в результате вклада техногенных источников, повысился и составляет, в среднем, 11-12 мкР/ч.

Повышение фона обусловили:

- добыча полезных ископаемых (топливо, минералы, вода),
- технические источники проникающей радиации (медицинская аппаратура, радиационная дефектоскопия и т.д.),
- ядерные реакции в энергетике и ядерно-топливном цикле,
- испытания ядерного оружия, аварии на АЭС и ядерных объектах.

Деятельность человека в несколько раз увеличила число присутствующих в окружающей среде радионуклидов и на несколько порядков – их массу на поверхности планеты.

В ряду физических загрязнений окружающей среды особое место занимает загрязнение ионизирующими излучениями, т.е. излучениями, воздействие которых приводит к образованию электрических зарядов разных знаков.

Существует два типа ионизирующих излучений:

- корпускулярное, состоящее из частиц, которые обладают массой покоя (α , β , нейтронное);

- электромагнитное (γ и рентгеновское).

α -излучение представляет собой поток ядер гелия ${}^4_2\text{He}$. Оно образуется при ядерном распаде:



Скорости α -частиц колеблются в пределах от $1,4 \cdot 10^7$ до $2 \cdot 10^7$ м/с. Энергия составляет от 4 до 8,8 МэВ. В настоящее время известно около 200 искусственных и естественных источников α -излучения. α -излучение обладает малой проникающей способностью (несколько десятков мкм в тканях человека и около 10 см в воздухе) и высокой ионизирующей способностью (в воздухе на своем пути α -частица образует несколько десятков тысяч ионов).

β -излучение – поток электронов ${}^0_{-1}\text{e}$ (β^- или просто β -излучение) либо поток позитронов ${}^0_{+1}\text{e}$ (β^+ -излучение). Возникает β -излучение при радиоактивном распаде:



где ν и $\bar{\nu}$ – нейтрино и антинейтрино.

Скорость β -частиц может лежать в пределах 0,3 – 0,99 скорости света, энергия составляет несколько эВ. Проникающая способность выше, чем у α -излучения (2,5 см в тканях человека), ионизирующая способность – ниже (на 1 см пробега образуется несколько десятков пар ионов). В настоящее время известно около 900 β -активных изотопов.

Нейтронное излучение – поток нейтронов ${}^1_0\text{n}$. В зависимости от энергии различают:

- медленные (< 1 кэВ),
- нейтроны промежуточных энергий (1 – 500 кэВ),
- быстрые (500 кэВ – 20 МэВ).

Возникает нейтронное излучение в результате ядерных реакций:



Естественных источников нейтронного излучения практически нет, из искусственных самый известный – взрыв термоядерной (водородной) бомбы:



где ${}^2_1\text{d}$ - дейтрон, а ${}^3_1\text{H}$ - тритий.

Длина пробега нейтронов промежуточных энергий в биологической ткани составляет около 3 см, быстрых нейтронов – около 10 см. При неупругом взаимодействии нейтронов с ядрами атомов среды возникает вторичное излучение. Таким образом, нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью, а также способностью вызывать наведенную радиоактивность веществ. Это делает нейтронное излучение самым опасным из корпускулярных ионизирующих излучений.

γ-излучение – электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны ($\lambda \leq 10^{-10}$ м). Данный вид излучения обладает очень высокой проникающей способностью и небольшой, по сравнению с α- и β - излучением, ионизирующей способностью. γ-излучение сопровождает α- и β - распады, а также возникает при торможении заряженных частиц, их распаде и т.д.

Рентгеновское излучение возникает при торможении заряженных частиц и бывает как искусственного, так и естественного происхождения (в том числе космического).

Ионизирующие излучения могут вызывать поражение живых организмов, в том числе и людей, как при внешнем, так и при внутреннем облучении.

Внешнее облучение возникает при нахождении живого организма на зараженной местности и при действии проникающей радиации. Внутреннее облучение возникает при попадании радиоактивных веществ внутрь организма с пищей, водой и вдыхаемым воздухом.

Основные характеристики ионизирующих излучений

Активность – число распадов в единицу времени:

$$A = \frac{dN}{dt}. \quad (15)$$

Единица измерения активности Ки (кюри). 1 Ки соответствует $3,7 \cdot 10^{10}$ ядерных превращений в секунду. Реже используют Бк (беккерель):

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{11} \text{ Бк}.$$

Для характеристики воздействия ионизирующих излучений на вещество используется **доза излучения** (поглощенная доза):

$$D = \frac{dE}{dM}. \quad (16)$$

Единица измерения дозы излучения Гр (грей). $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Для γ - и рентгеновского излучения используется **экспозиционная доза**:

$$X = \frac{dQ}{dm}. \quad (17)$$

Единицы измерения экспозиционной дозы Кл/кг, Р (рентген) и рад.

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг} = 0,88 \text{ рад}.$$

Для оценки возможного ущерба здоровью при воздействии ионизирующих излучений произвольного состава используется **эквивалентная доза**:

$$H = D \cdot \bar{Q}. \quad (18)$$

Q – безразмерный коэффициент качества излучения в данной точке ткани человека. Единицы измерения эквивалентной дозы Зв (зиверт) и бэр.

$$1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}.$$

При необходимости используют величину, называемую **мощностью дозы**:

$$\dot{X} = W = \frac{dX}{dt} \text{ – мощность экспозиционной дозы (Кл/кг·с),} \quad (19)$$

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} \text{ – мощность поглощенной дозы (Гр/с),} \quad (20)$$

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt} \text{ – мощность эквивалентной дозы (Зв/с).} \quad (21)$$

Переводить напрямую H в X нельзя. Можно приблизительно считать, что эквивалентная доза в 1 Зв соответствует экспозиционной дозе в 100 Р.

Методы наблюдения и измерения ионизирующих излучений

Фотографический метод – основан на воздействии ионизирующих излучений на чувствительный слой фотопленки. Плотность потемнения фотопленки пропорциональна дозе облучения.

Химический метод – основан на способности ионизирующих излучений вызывать химические изменения некоторых веществ, что сопровождается изменением окраски индикатора, добавленного в эти вещества.

Сцинтилляционный метод – основан на использовании вспышек света (сцинтилляций), возникающих при попадании быстрых частиц на флюоресцирующий экран. Количество вспышек пропорционально интенсивности излучения.

Ионизационный метод – основан на использовании ионизации атомов вещества под действием ионизирующих излучений.

Существует еще целый ряд специальных методов, находящих себе применение в разнообразных устройствах наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц. В том случае, когда задачей является оценка радиационной ситуации или необходимо обследование объекта с точки зрения наличия в нем радиоактивных веществ, наибольшее применение находят приборы, принцип действия которых основан на ионизационном методе.

Наиболее распространенным воспринимающим устройством дозиметрической аппаратуры является газоразрядный счетчик. Обычно газоразрядный счетчик представляет собой наполненный инертным газом тонкостенный металлический цилиндр (рис. 7), служащий катодом, с тонкой проволокой – анодом, натянутой по его оси. Между катодом и анодом прикладывается разность потенциалов около 400 В.

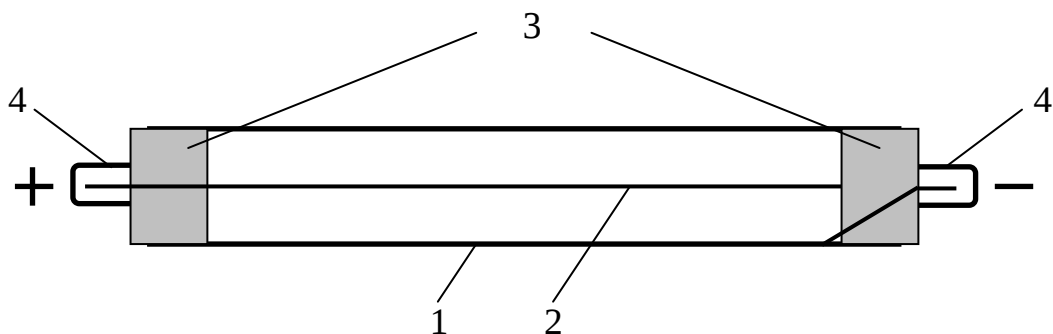


Рис. 7. Газоразрядный счетчик: 1 – корпус счетчика (катод), 2 – нить счетчика (анод), 3 – изоляторы, 4 – выводы

Принцип действия газоразрядных счетчиков основан на явлении ударной ионизации. При попадании в счетчик ионизирующих излучений в нем образуются первичные электроны и положительные ионы инертного газа. Электроны под действием электростатического поля устремляются к аноду и по пути сами выбивают электроны из атомов инертного газа. Выбитые из атомов вторичные электроны также разгоняются полем и усиливают ударную ионизацию. То есть попадание в счетчик даже одной частицы излучения вызывает целую лавину электронов, в результате попадания которой на анод в цепи протекает электрический ток. Возникающие в цепи импульсы тока фиксируются электронно-счетным устройством.

В данной работе используются следующие приборы:

- 1) прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104 (рис. 8, а);
- 2) бытовой дозиметр БЕЛЛА (рис. 8, б);
- 3) измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5В (рис. 9).

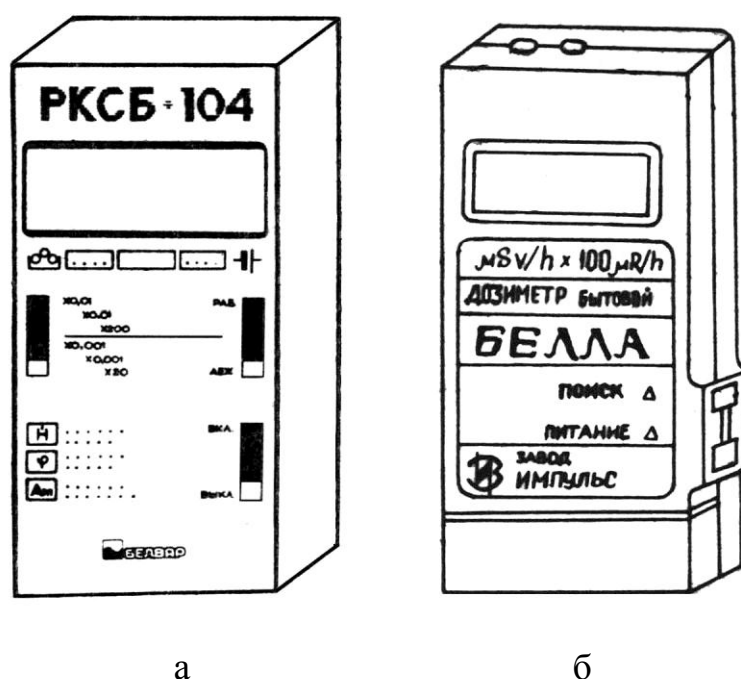


Рис. 8. Бытовые дозиметры: а – прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104; б – бытовой дозиметр БЕЛЛА

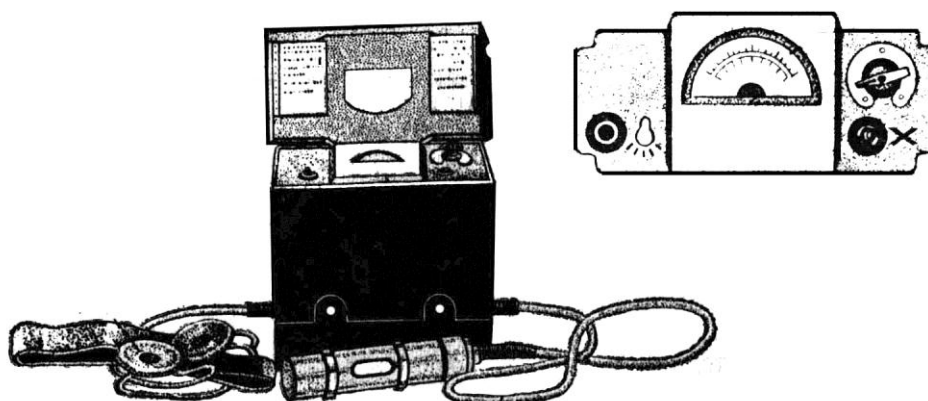


Рис. 9. Измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5В

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Внимание! О всех случаях обнаружения участков местности с мощностью эквивалентной дозы гамма-излучения выше $0,6 \text{ мкЗв/ч}$ и выявления проб веществ повышенной радиоактивностью (удельной активностью выше $3,7 \cdot 10^3 \text{ Бк/кг}$) немедленно ставьте в известность санэпидстанцию!

УПРАЖНЕНИЕ 1

Освоение методик работы с дозиметрической аппаратурой

1. Внимательно изучите описание и инструкцию по эксплуатации приборов ДП5-В, РКСБ-104 и БЕЛЛА.
2. При помощи указанных приборов определите значение радиоактивного фона гамма-излучения. Сравните полученные значения.
3. Результаты запишите в таблицу 4.

Таблица 4

№ опыта	ДП5-В		РКСБ-104		БЕЛЛА	
	$\dot{X}$, мкР/ч	$\dot{H}$, мкЗв/ч	$\dot{X}$, мкР/ч	$\dot{H}$, мкЗв/ч	$\dot{X}$, мкР/ч	$\dot{H}$, мкЗв/ч
1						
2						
3						

Примечание: Бытовые дозиметры применяются для оперативного контроля населением радиоактивной обстановки. Результаты измерений не могут использоваться для официальных заключений о радиационной обстановке.

УПРАЖНЕНИЕ 2

Измерение мощности дозы радиоактивного излучения от учебного источника

1. Получите у преподавателя учебные источники радиоактивного излучения.
2. При помощи приборов ДП5-В, РКСБ-104 и БЕЛЛА определите значение мощности эквивалентной и экспозиционной дозы в непосредственной близости от источника.
3. При помощи приборов ДП5-В и РКСБ-104 определите суммарное (по гамма- и бета-излучению) значение мощности эквивалентной и экспозиционной дозы. Сравните полученные значения.
4. Результаты запишите в таблицу 5.

Таблица 5

№ опыта	ДП5-В				РКСБ-104				БЕЛЛА	
	$\dot{X}$, мкР/ч		$\dot{H}$, мкЗв/ч		$\dot{X}$, мкР/ч		$\dot{H}$, мкЗв/ч		$\dot{X}$, мкР/ч	$\dot{H}$, мкЗв/ч
	(γ)	($\gamma+\beta$)	(γ)	($\gamma+\beta$)	(γ)	($\gamma+\beta$)	(γ)	($\gamma+\beta$)		
1										
2										
3										

УПРАЖНЕНИЕ 3

Контроль радиационного загрязнения среды

1. Получите у преподавателя образцы для исследования (почва, дерн, гранит, вода и т.д.).
2. При помощи прибора РКСБ-104 определите для взятых образцов значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения $\dot{H}$, плотности потока бета-излучения с поверхности Φ и удельной активности цезия-137 A_m в веществе.
3. Результаты запишите в таблицу 6.

Таблица 6

Образец	$\dot{H}$, мкЗв/ч	ϕ , $1/(с \cdot см^2)$	A_m , Бк/кг
1			
2			
3			

4. Сделайте выводы.

ЗАЧЕТНЫЙ МИНИМУМ

Ионизирующие излучения. Количественные характеристики ионизирующих излучений. Воздействие ионизирующих излучений на живые организмы. Методы контроля радиоактивности. Методы защиты от ионизирующих излучений. Радиационная обстановка на территории России. Экологические последствия аварий на Чернобыльской АЭС и ПО "Маяк". Участие Воронежской средней специальной школы милиции в ликвидации аварии на Чернобыльской АС.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1

РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА В ПРИЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ АТМОСФЕРЫ, ПРИ ВЫБРОСЕ НАГРЕТОЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ИЗ ТРУБЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Основная задача любой трубы промышленного предприятия – удаление вредных веществ, образующихся в ходе технологического процесса непосредственно из рабочей зоны. Выбрасываемые в составе газовойздушной смеси из устья трубы вредные вещества рассеиваются в атмосфере и оседают на поверхности земли. Таким образом, вторая задача трубы промышленного предприятия – обеспечивать рассеивание загрязняющих веществ на большом расстоянии от источника.

В зависимости от высоты H трубы делятся на:

- 1) высокие источники $H > 50$ м,
- 2) источники средней высоты $H = 10 \div 50$ м,
- 3) низкие источники $H = 2 \div 10$ м,
- 4) наземные источники $H < 2$ м.

Распространение в атмосфере выбрасываемых из труб и вентиляционных устройств промышленных выбросов подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывает состояние атмосферы, расположение предприятия, химические свойства выбрасываемых веществ, параметры трубы и потока газовойздушной смеси и т.д. Безусловно, на горизонтальное перемещение примесей будет влиять ветер, он будет снижать концентрацию загрязняющих веществ, перемешивая выбрасываемую смесь с воздушными массами. Вертикальное перемещение примесей определяется распределением температур в вертикальном направлении. Поэтому расчет производится для неблагоприятных (для рассеивания примесей) погодных условий, то есть для безветренной погоды, а также учитывается температурная стратификация атмосферы (коэффициент A).

Поскольку мы исходим из условий отсутствия ветра, распределение концентрации по окружающей территории будет носить симметричный характер. Центром симметрии служит труба, принимаемая как точечный источник. Поэтому задача сводится к расчету распределения концентрации вдоль радиальной оси OX (рис.12).

На некотором расстоянии от трубы x_m всегда образуется область максимальной концентрации C_m . Расстояние от основания трубы до этой области тем меньше, чем сильнее турбулентность и ниже труба.

Именно в нахождении координаты этой области и состоит суть данной задачи. Кроме того, представляет интерес определение концентрации загрязняющих веществ в точках с заданной координатой.

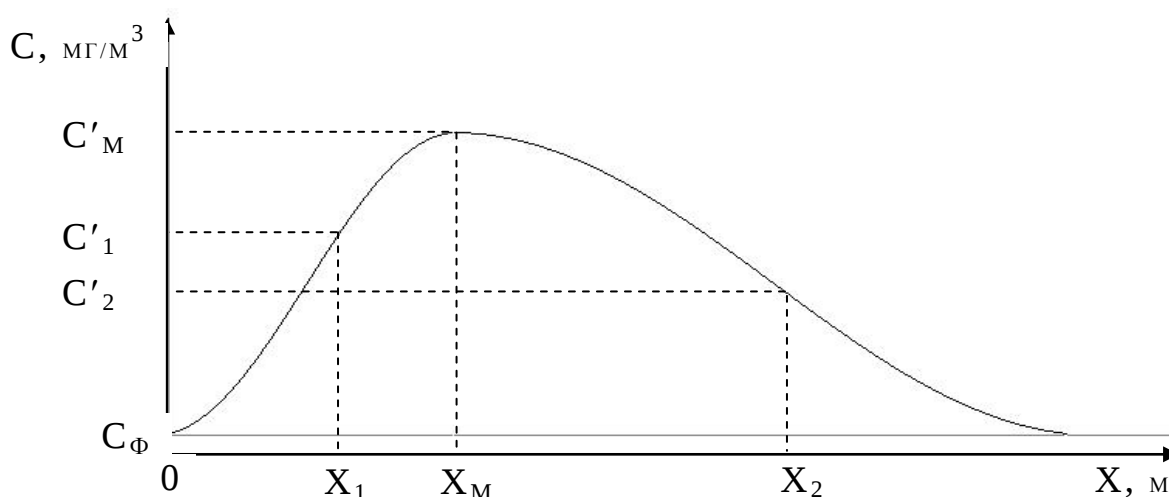


Рис.12. Распределение концентрации загрязняющего вещества по окружающей территории

Реальное значение концентрации загрязняющих веществ на конкретной территории можно получить, учитывая фоновое значение $C_{\text{ф}}$, то есть концентрацию данного вещества, уже присутствующую на местности.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ производится для приземного слоя атмосферы – на высоте 2 м от поверхности земли. Местность, на которой находится предприятие, считается ровной.

Для каждого технологического процесса характерен свой химический состав выбрасываемой газовой смеси. Однако, в общем случае, расчет ведется относительно четырех основных загрязнителей:

- оксида азота NO ;
- диоксида азота NO_2 ;
- оксида углерода CO ;
- диоксида серы (SO_2).

Условие задачи

Рассчитать величину концентрации вредного вещества в приземной области атмосферы, прилегающей к промышленному предприятию, расположенному на ровной местности, при выбросе из трубы нагретой газовой смеси.

Указания к решению задачи

1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $C_{\text{м}}$, мг/м^3 при выбросе нагретой газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}, \quad (25)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе (принять по приложению 7 для региона проживания слушателя);

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для газообразных вредных веществ $F=1$);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной местности $\eta = 1$);

m , n – безразмерные коэффициенты, вычисляемые согласно п. 2.

Исходные данные для решения задачи взять из приложения 8. Вариант исходных данных указывает преподаватель.

2. Для определения C_m необходимо:

рассчитать среднюю скорость w_0 , м/с выхода газовой смеси из устья источника выброса

$$w_0 = \frac{4Q}{\pi D^2}; \quad (26)$$

значения коэффициентов m и n определить в зависимости от параметров f и v_m :

$$f = 1000 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (27)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{Q \Delta T}{H}}. \quad (28)$$

Коэффициент m определить в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}; \quad (29)$$

коэффициент n определить в зависимости от величины v_m :

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2; \quad (30)$$

$$n = 0,532v_m^2 - 2,13v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2; \quad (31)$$

$$n = 4,4v_m \quad \text{при } v_m < 0,5 \quad (32)$$

Расстояние от источника выброса x_m , м, на котором при неблагоприятных метеорологических условиях достигается максимальная приземная концентрация вредных веществ определяется по формуле:

$$x_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (33)$$

где d – безразмерный коэффициент, определяемый по формулам:

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_1 \leq 2; \quad (34)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_1 > 2. \quad (35)$$

3. Определите фактическую концентрацию вредного вещества у поверхности земли с учетом фонового загрязнения воздуха.

$$C_m' = C_m + C_{\Phi}. \quad (36)$$

4. Дайте оценку рассчитанного уровня загрязнения воздуха в приземном слое промышленными выбросами путем сравнения со среднесуточной и максимальной разовой предельно допустимой концентрацией (ПДК) (приложение 9).

5. Концентрация загрязнителя на расстоянии x_1 и x_2 от источника выброса вычислите по формуле:

$$C_x = C_m \cdot S_x, \quad (37)$$

где S_x – коэффициент, зависящий от величины $\frac{x}{x_m}$:

$$\text{При } \frac{x}{x_m} \leq 1 \quad S_x = 3\left(\frac{x}{x_m}\right)^4 - 8\left(\frac{x}{x_m}\right)^3 + 6\left(\frac{x}{x_m}\right)^2, \quad (38)$$

$$\text{при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8 \quad S_x = \frac{1,13}{0,13\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 1}, \quad (39)$$

$$\text{при } \frac{x}{x_m} > 8 \quad S_x = \frac{\left(\frac{x}{x_m}\right)}{3,58\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 35,2\left(\frac{x}{x_m}\right) + 120}. \quad (40)$$

6. Определите фактическую концентрацию вредного вещества у поверхности земли с учетом фонового загрязнения воздуха.

$$C_x' = C_x + C_{\Phi}. \quad (41)$$

7. Дайте оценку уровня загрязнения воздуха путем сравнения полученных результатов со среднесуточной и максимальной разовой ПДК (приложение 9).

Примечание: специфика целого ряда расчетных методик инженерной экологии состоит в том, что не требуется переводить данные в единую систему единиц (СИ), это уже учтено в формулах. Поэтому необходимо подставлять значения с той размерностью, которая указана в таблицах заданий.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАННЫМИ ГАЗАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЫ (ПО КОНЦЕНТРАЦИИ СО)

Многим сотрудникам органов внутренних дел по долгу службы приходится значительную часть времени проводить вне помещений, в частности – вблизи проезжей части городских улиц, автотрасс и т.д. Как и все участники дорожного движения, они испытывают ряд негативных воздействий, и в первую очередь – воздействие вдыхаемых с атмосферным воздухом отработанных газов автотранспорта.

Одиночный автомобиль, движущийся по дороге, не в состоянии оказать сколько-нибудь заметного влияния на окружающую среду. Совершенно другая ситуация складывается при движении совокупности различных транспортных средств по автомобильным дорогам. Здесь влияние на окружающую среду определяется не только техническими характеристиками автомобиля и дороги, но и интенсивностью, скоростью движения, а также – составом транспортного потока и плотностью дорожной сети.

Движение автомобиля в составе плотных транспортных потоков характеризуется изменением условий движения (скорости и ускорения). Это приводит к изменению нагрузочно-скоростных режимов работы двигателей, что оказывает существенное влияние на выброс вредных веществ. Также к основным факторам, влияющим на выброс загрязнителей, относят технический уровень и эксплуатационное состояние автомобилей, количество и номенклатура перевозимых грузов.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха, входящими в состав выхлопов автотранспорта, в зависимости от типа двигателя, являются: окись углерода (угарный газ) CO, оксиды азота NO и NO₂, различные углеводороды C_nH_m, бенз(а)пирен, сернистый газ SO₂.

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации окиси углерода (CO), мг/м³.

Условие задачи

Рассчитать концентрацию окиси углерода на участке магистральной улицы при выбросе отработанных газов автотранспорта.

Указания к решению задачи

Формула оценки концентрации окиси углерода (C_{co}):

$$C_{CO} = (C_{\Phi} + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_Y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi}, \quad (42)$$

где C_ф – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³;

N - суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час;

K_T - коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода;

K_A - коэффициент, учитывающий аэрацию местности (приложение 12);

K_y - коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона (приложение 13);

K_C - коэффициент, учитывающий изменение концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра (приложение 14);

K_B - значение коэффициента, учитывающего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от влажности воздуха (приложение 15);

K_{II} - коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений (приложение 16).

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti}, \quad (43)$$

где P_i - состав движения в долях единицы для i -го вида транспорта. Коэффициент P_i приведен в приложении 10 в процентах, а при решении необходимо P_i выражать в виде десятичной дроби. Значение коэффициента токсичности K_{Ti} i -го вида транспорта определяется по приложению 17.

Пример.

Пусть на некотором участке магистральной улицы состав движения для легкого грузового транспорта – 20%,

среднего грузового транспорта – 10%,

тяжелого грузового транспорта – 10%,

автобуса – 10%,

легкового транспорта – 50%,

тогда коэффициент токсичности автомобилей на данном участке:

$$K_T = 0,2 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,1 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 3,7 + 0,5 \cdot 1,0 = 1,64.$$

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода подставьте значения коэффициентов в формулу (42). Параметры улицы возьмите из приложения 11. Вариант исходных данных задается преподавателем.

Полученные значения концентрации угарного газа сравните со значениями среднесуточной и максимальной разовой ПДК. Сделайте заключение об уровне загрязнения атмосферного воздуха на данном участке дороги.

Из анализа проведенного расчета предложите мероприятия по снижению концентрации угарного газа на участке магистральной улицы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОСФЕРЫ.

Предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтеперерабатывающей промышленности, а также промышленности минеральных удобрений располагают крупными запасами вредных веществ. Значительные их запасы сосредотачиваются на объектах аграрного и хозяйственного секторов страны.

При транспортных операциях с опасными грузами также проявляются многие виды опасностей: загрязнение окружающей среды, химическая активность, токсичность, коррозионность, радиоактивность, пожаро- и взрывоопасность.

Для недопущения аварийных ситуаций необходимо учитывать химические свойства опасных веществ. Их знание и применение соответствующих методов дезактивации, нейтрализации позволит свести к минимуму последствия ликвидации аварийных ситуаций.

Условие задания.

Опишите основные химические, физические и опасные свойства вещества, напишите соответствующие уравнения химических реакций.

Исходные данные для выполнения задания взять из приложения 18. Вариант исходных данных принять по последней цифре учебного шифра.

Пример выполнения задания

Опишите основные химические, физические и опасные свойства оксида серы (IV), напишите соответствующие уравнения химических реакций.

Ответ.

Оксид серы (IV) имеет химическую формулу SO_2 ; представляет собой бесцветный газ с удушливым запахом горячей серы; растворим в воде. Температура кипения составляет $-10^\circ C$, поэтому SO_2 является растворителем для многих органических (бензола, толуола и других) и неорганических (азота, воды) веществ. В SO_2 сера имеет промежуточное значение степени окисления +4, и с химической точки зрения этот оксид является амфотерным как окислитель-восстановитель. Опасные свойства SO_2 : токсичность, химическая активность, действие на окружающую среду.

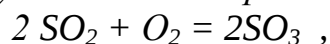
Уже при малых концентрациях диоксид серы создает неприятный вкус во рту и раздражает слизистые оболочки. Вдыхание воздуха, содержащего более 0,2 % SO_2 , вызывает хрипоту, одышку и быструю потерю сознания.

Хроническое отравление сернистым газом (при малых концентрациях) ведет к потере аппетита и воспалению дыхательных путей. Максимально допустимой концентрацией SO_2 в воздухе считают 10 мг/м^3 .

Оксид серы (IV) оказывает губительное действие и на растения, что обусловлено его растворением во влаге, находящейся на листьях. Образующийся раствор окисляется до серной кислоты, которая и оказывает вредное действие.

SO_2 является сильным восстановителем. Многие реакции сернистого газа протекают в водных растворах и поэтому являются реакциями серной кислоты.

Взаимодействие с кислородом воздуха может протекать при обычных условиях:

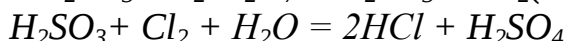
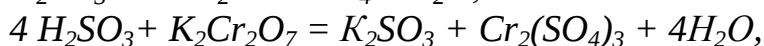
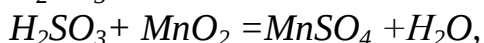


с азотной кислотой: $\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$,

с водой: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$.

При этом образуется и серная кислота. Однако ее содержание в растворе невелико и составляет несколько процентов.

H_2SO_3 является сильным восстановителем:



Реакции SO_2 как окислителя протекают при достаточно высоких температурах, поэтому в обычных условиях они не представляют опасности.

Оксид серы образуется в больших количествах в промышленных районах, где сжигают много угля, содержащего даже небольшое количество серы (обычно 1-2%).

SO_2 в атмосфере вызывает конденсацию водяных паров в виде тумана даже в случае, когда концентрация паров (давление паров) меньше, чем необходимо для нормальной конденсации. Это объясняется тем, что SO_2 образует с водой раствор, давление пара которого меньше, чем у чистой воды. Этот раствор переходит в жидкое состояние в виде мельчайших капель. Явление усугубляется наличием твердых частиц дыма, которые служат центрами конденсации для мельчайших капель тумана. Растворенный оксид серы (IV) и сернистая кислота окисляются до SO_3 и H_2SO_4 соответственно. Образующийся туман и выпадающий дождь имеют кислую реакцию. Так происходит поражение растительности. Из деревьев наиболее чувствительны ели и сосны, из цветов – розы. Кислые дожди действуют на овощи и фрукты. Вода водоемов, особенно озер, также закисляется, что ведет к исчезновению многих видов рыб и других живых организмов.

Кислая влажная среда вызывает коррозию металлических изделий, машин и механизмов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ (ИОНОВ МЕТАЛЛОВ) НА ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Геохимия окружающей среды связана с распределением химических элементов в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли. Особый интерес представляет мониторинг металлов, содержание которых во всех средах увеличивается в результате добычи минералов и полезных ископаемых из литосферы, а также благодаря технологическим процессам. Подобное изменение подвергает локальную биосферу риску дестабилизации, а также опасно для здоровья людей, поэтому эти металлы классифицируют как потенциально опасные.

Ионы металлов имеют в физиологии двойственную роль: некоторые из них необходимы для нормального течения жизни (их называют биогенными катионами), в то время как большинство из них токсичны при повышенных концентрациях и, следовательно, вредно влияют на активность живых организмов. Безусловно, и для тех и для других существенное значение имеет их концентрация в организме.

Металлы легко реагируют с биологическими молекулами, особенно с белковыми макромолекулами. Это обусловлено тем, что ионы металлов высоко реакционноспособны, а в белковых макромолекулах имеются многочисленные функциональные группы.

Металлы обнаруживают широкое токсичное действие. Некоторые из них оказывают явно выраженное действие на многочисленные органы-мишени примерно в одинаковых дозах; в других случаях наиболее чувствительный орган бывает трудно идентифицировать.

Условие задания

Охарактеризуйте абсорбцию, распределение и токсичность иона металла в организме человека и животных.

Исходные данные для выполнения задания взять из приложения 19. Вариант исходных данных задается преподавателем.

Пример выполнения задания

Охарактеризуйте абсорбцию, распределение и токсичность иона металла (на примере урана) в организме человека и животных.

Ответ.

Токсичность урановых соединений была отмечена давно, так как большое количество урановых руд перерабатывают для выделения из них элемента радия. Оценим химическое влияние урановых соединений на высшие организмы, не затрагивая радиационную опасность нестабильных урановых изотопов.

Уран - элемент с атомным номером 92 – один из представителей группы актинидов, имеет самую высокую атомную массу из всех встречающихся в природе элементов, может находиться в нескольких валентных состояниях (3,4, 5 и 6), но только U(IV) и U(VI) стабильны в водных растворах. Наиболее важными соединениями из этих двух серий являются оксиды и галогениды; их токсичность зависит от их физико-химических свойств, скорости попадания в организм, от присутствия высокотоксичных галогенпроизводных групп типа UF и других условий.

Абсорбция урана сильно отличается для его различных соединений в зависимости от их физико-химических свойств, а также пути их введения в организм. Величина легочной абсорбции урана (50%) получена при испытаниях на кроликах. Органы дыхания и желудочно-кишечный тракт могут стать важнейшими путями проникновения этого металла в организм. Однако абсорбция урана в кишечнике мало изучена. Некоторые соединения урана могут абсорбироваться кожей, уран найден также в кровотоке крыс после дермального контакта с уранил-нитратом.

Распределение урана в организме зависит от природы введенного вещества. После инъекции уран довольно быстро удаляется из кровотока, оседая в почках и костях. Соли уранила в отличие от соединений U(IV) не аккумулируются в заметном количестве ни в почках, ни в костях. Главный путь выведения урана U(VI) из организма - экскреция с мочой.

Почки - это главная мишень урана. Легкость образования бикарбонатных комплексов UO_2^{2+} совместно с наблюдением, что алкоголь понижает токсичный эффект, приводит к предположению, что бикарбонатный комплекс легко фильтруется через почечные клубочки, а затем разлагается при подкислении мочой в канальцах; свободный UO_2^{2+} может свободно реагировать с клетками последних. Установлено, что крысы и собаки сравнительно устойчивее к урану, чем кролики. В целом урановые соли могут вызвать острую почечную недостаточность.

Как и в случае других тяжелых металлов, хроническое действие низкими дозами урана защищает животных против последующей обычно уже смертельной дозы этого металла. Механизм подобной толерантности к урану не объяснен.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Ответьте на 5 вопросов. Вариант принять по последней цифре учебного шифра. Ответы должны содержать в себе определения, краткие пояснения и примеры. Исходные данные для выполнения задания взять из приложения 20.

Вопросы:

1. Что такое мониторинг окружающей среды, какие компоненты являются предметом его наблюдения?
2. Какие основные направления деятельности включает себя мониторинг природной среды?
3. В чем состоит энергообмен атмосферы и океанов?
4. Охарактеризуйте основные принципы функционирования экосистем.
5. Охарактеризуйте энергообмен в экосистемах.
6. Что такое биосфера?
7. Что такое экосистемы?
8. Какие три основные категории организмов образуют экосистему?
9. Что такое круговорот биогенов?
10. Сформулируйте законы Б. Коммонера.
11. Сформулируйте закон толерантности В. Шелфорда.
12. Сформулируйте закон минимума Ю. Либиха.
13. Что подразумевается под экологической опасностью?
14. Что называется природным ресурсом? Приведите их классификацию.
15. Объясните понятия экологического кризиса и экологической катастрофы?
16. Что понимают под качеством окружающей среды?
17. Какие существуют стандарты качества окружающей среды?
18. Какие существуют виды экологического мониторинга? По каким признакам они выделяются?
19. Приведите классификацию видов загрязнения биосферы.
20. Охарактеризуйте основные источники химического загрязнения среды.
21. В чем опасность загрязнения биосферы соединениями серы?
22. В чем опасность загрязнения биосферы соединениями фосфора?
23. В чем опасность загрязнения биосферы соединениями азота?
24. Какова роль озона в атмосфере?
25. Какую опасность для окружающей среды представляют фреоны?

26. Что является источниками поступления оксидов углерода и углеводородов в атмосферу, и какую они представляют опасность для биосферы?
27. Чем опасно загрязнение биосферы тяжелыми металлами?
28. В чем опасность загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами?
29. Что понимают под токсичностью химических элементов?
30. Перечислить газообразные вещества, оказывающие наиболее негативное влияние на загрязнение атмосферы.
31. Что такое «парниковый эффект», и какие газы способствуют его развитию?
32. Что такое «кислотные» дожди, и с какими газами связано их образование?
33. Рассмотрите возможные климатические изменения под влиянием роста концентрации в атмосфере пыли.
34. Рассмотрите возможные климатические изменения под влиянием роста концентрации в атмосфере CO_2 .
35. Перечислите виды ионизирующих излучений, сравните их проникающую и ионизирующую способности.
36. Что служит количественной характеристикой ионизирующего излучения?
37. Назовите основные источники радиоактивного излучения.
38. Какова мощность эквивалентной дозы естественного радиоактивного фона? Какова допустимая и летальная дозы облучения населения?
39. Назовите основные группы приборов для регистрации радиоактивного излучения.
40. Назовите основные источники естественного и искусственного радиоактивного фона Земли.
41. Дайте краткую характеристику действия ионизирующего излучения на организм человека.
42. Перечислите естественные источники электромагнитных полей.
43. Как реагируют живые организмы на изменение магнитного поля?
44. Каково влияние ЛЭП на окружающую среду?
45. Как воздействуют избыточные звуковые колебания различных диапазонов на организм человека?
46. Как оценивают и чем измеряют шумовое загрязнение среды?
47. Что такое вибрация? Как вибрация воздействует на организм человека?
48. Что такое физические загрязнения среды?
49. Что такое экологические фонды?
50. Что такое экологическое страхование?

Пример выполнения задания

Вопрос 1. Приведите классификацию экологических факторов.

Ответ.

Экологический фактор – элемент или условие окружающей среды, оказывающее прямое или косвенное воздействие на находящийся в ней живой организм.

Экологические факторы условно делятся на биотические, абиотические и антропогенные.

Биотические факторы – те экологические факторы, действие которых обусловлено жизнедеятельностью других живых организмов. Например, концентрация кислорода в атмосферном воздухе – результат фотосинтеза растений.

Абиотические факторы – это все влияющие на организм элементы неживой природы. Примером могут служить температура, влажность воздуха, свет, атмосферное давление, сила земного тяготения и др.

Антропогенные факторы – это факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью человека, его активным отношением к природе. Например, потребление человеком отдельных групп организмов, их расселение, уничтожение, создание искусственных экосистем; косвенными антропогенными факторами являются кислотные дожди, изменение климата и др.

Вопрос 2. Источники естественной радиоактивности.

Ответ.

В природе существует несколько источников естественной радиоактивности, создающих естественное радиационное поле или поле ионизирующих излучений.

Нормальный радиационный фон формируется:

- излучением, приходящим к поверхности Земли извне, из дальнего космоса и околоземного пространства (космический фон 3-6 мкР/ч);*
- наличием в земной коре радиоактивных элементов и процессом дегазации планеты, в ходе которого на поверхность выносятся радиоактивные газы, например, радон (Rn).*

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Предмет и задачи экологии. Структура экологии.
2. Основные законы экологии.
3. Экологические факторы. Толерантность. Закон Шелфорда.
4. Экологические факторы. Лимитирующие факторы. Закон минимума Либиха.
5. Биосфера и ее структура. Учение Вернадского.
6. Биосфера и ее структура. Эволюция биосферы.
7. Средообразующая роль живого вещества. Продуценты, консументы, редуценты.
8. Основные функции биосферы.
9. круговорот веществ в биосфере. Круговорот углерода.
10. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот азота.
11. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот кислорода.
12. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот воды.
13. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот фосфора.
14. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот серы.
15. Круговорот веществ в биосфере. Круговорот биогенных катионов. Микро- и макроэлементы.
16. Атмосфера, ее структура. Основные функции атмосферы.
17. Атмосфера, ее структура. Погода и климат.
18. Загрязнение атмосферы.
19. Экологические последствия загрязнения атмосферы. Смог.
20. Экологические последствия загрязнения атмосферы. Кислотные дожди.
21. Экологические последствия загрязнения атмосферы. Озоновый слой.
22. Экологические последствия загрязнения атмосферы. Парниковый эффект.
23. Гидросфера, ее структура. Свойства воды.
24. Гидросфера, ее структура. Экологические группы гидробионтов.
25. Загрязнение гидросферы. Самоочищение водоемов.
26. Загрязнение гидросферы. Эвтрофикация водоемов.
27. Загрязнение гидросферы. Загрязнение морей.
28. Загрязнение гидросферы. Загрязнение вод России.
29. Загрязнение гидросферы. Загрязнение бассейнов рек России.
30. Литосфера. Почва.
31. Литосфера. Эрозия. Деграция земель.
32. Загрязнение литосферы.
33. Физические загрязнения среды. Шум.
34. Физические загрязнения среды. Вибрация.
35. Физические загрязнения среды. Электромагнитное загрязнение.
36. Физические загрязнения среды. Ионизирующие излучения.

37. Экологический контроль и мониторинг окружающей среды. Структура экологического мониторинга.
38. Экологический контроль и мониторинг окружающей среды. Оценка качества окружающей среды.
39. Экологические кризисы и экологические катастрофы.
40. Природные ресурсы.
41. Экологическая техника и технология по защите атмосферы. Очистка выбросов от взвешенных частиц и пыли.
42. Экологическая техника и технология по защите атмосферы. Очистка выбросов от загрязняющих веществ.
43. Экологическая техника и технология по защите гидросферы. Механическая очистка.
44. Экологическая техника и технология по защите гидросферы. Физико-химическая очистка.
45. Экологическая техника и технология по защите гидросферы. Биологическая очистка.
46. Защита литосферы.
47. Экологический менеджмент.
48. Экологический маркетинг.
49. Устойчивое развитие и экологическая безопасность.
50. Механизмы экономического управления природопользованием. Платежи.
51. Механизмы экономического управления природопользованием. Экономическое стимулирование.
52. Механизмы экономического управления природопользованием. Экологические фонды.
53. Механизмы экономического управления природопользованием. Учет ресурсов.
54. Механизмы экономического управления природопользованием. Лимитирование.
55. Механизмы экономического управления природопользованием. Экологическая сертификация.
56. Механизмы экономического управления природопользованием. Экологическое страхование.
57. Экологическое право. История экологического права.
58. Экологическое право. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды».
59. Международное сотрудничество в области экологии.
60. Прикладные аспекты экологии в деятельности МВД и других силовых ведомств.

ГЛОССАРИЙ

Абиотические факторы (от греч. а — отрицание и bioticos — живой, жизненный) — совокупность условий неживой природы (неорганической среды), окружающих организмы и воздействующих на них прямо или косвенно. Абиотические факторы подразделяют на физические, или климатические (свет, температура, влажность, давление, ветер, течения и др.), почвенно-грунтовые (механический состав почвы, ее проницаемость, влагоемкость и др.), химические (соленость воды, газовый состав воды, воздуха и др.), топографические (особенности рельефа местности).

Абсорбция (от лат. absorptio — поглощение) — поглощение вещества из раствора или смеси газов твердым телом или жидкостью; происходит во всем объеме поглотителя (абсорбента). Применяется в различных отраслях химической промышленности, системах жизнеобеспечения космических кораблей и др.

Автотрофные организмы, автотрофы (от греч. autos — сам и trophe — пища, питание) — организмы, синтезирующие из неорганических веществ все необходимые для жизни органические вещества.

Адсорбция (от лат. ad — на, у, при и sorbere — поглощать, всасывать) — поглощение вещества из раствора или газа поверхностным слоем жидкости или твердого тела (адсорбента). Играет важную роль в биологических системах; широко применяется в промышленности для осушки газов, очистки органических жидкостей и воды, улавливания ценных или вредных отходов производства, в противогазах.

Антропогенные факторы (от греч. anthropos — человек и genesis — происхождение) — влияние деятельности человека на окружающую среду. Подчиняя себе природу и приспособлявая ее к своим потребностям, человек изменяет среду обитания животных и растений, влияя тем самым на их жизнь. Воздействие может быть косвенным (путем изменения ландшафтов, климата, физического состояния и химизма атмосферы и водоемов, строения поверхности Земли, почв, растительного и животного населения) и прямым (направлено непосредственно на живые организмы, например нерациональное рыболовство и охота).

Арборициды (от лат. arbor — дерево и caedo — убиваю) — химические препараты, применяемые для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

Аридные экосистемы (от лат. aridus — сухой) — экосистемы степей, пустынь и полупустынь, в которых испаряемость превышает годовую сумму осадков. Растения испытывают недостаток влаги в течение большей части вегетационного периода.

Атмосфера Земли (от греч. atmos — пар и sphaira — шар) — газовая оболочка вокруг Земли, вращающаяся вместе с ней как единое целое.

Масса около $5,15 \cdot 10^{15}$ т. Состав ее у поверхности Земли: 78,1 % — азот, 21 % — кислород, 0,9 % — аргон; в незначительных долях процента углекислый газ, водород, гелий, неон и др. газы.

Атмосферное давление — давление воздуха на земную поверхность и на все предметы в атмосфере; основной фактор, определяющий направление и скорость ветра.

Атмосферные осадки — вода в жидком или твердом состоянии, которая выпадает из облаков (дождь, морось, снег, смешанные осадки, крупа, град, ледяной дождь) или образуется непосредственно на земной поверхности и наземных предметах (роса, изморозь, гололед, иней).

Аэрация воды — естественное или искусственное насыщение воды кислородом.

Аэротенк, аэротанк (от греч. aer — воздух и англ. tank — резервуар, бак) — сооружение для биологической очистки сточных вод, представляющее собой несколько проточных резервуаров, продуваемых воздухом.

Безотходные технологии — технологии, обеспечивающие максимально полезное использование и переработку сырья, материалов и полуфабрикатов в процессе производства путем наиболее эффективного и экономного их потребления (при минимальных потерях сырья, топлива и энергии), повторного вовлечения отходов в производство или же возвращения их в окружающую среду в безвредном для нее состоянии.

Биоаккумуляция — накопление в организме загрязняющих веществ, поступающих из окружающей среды.

Биогенные элементы (от греч. bios — жизнь и genesis — рождение, появление) — химические элементы, входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. Важнейшими являются: кислород (ок. 70 % массы организмов), углерод (18 %), водород (10 %), азот, кальций, калий, натрий, фосфор, магний, сера, хлор.

Биогеохимические циклы, биогеохимический круговорот веществ — обмен веществами и энергией между различными компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью организмов и носящий циклический характер. Термин введен в 10-х гг. XX в. В. И. Вернадским, разработавшим теоретические основы биогеохимической цикличности в учении о биосфере и трудах по биогеохимии.

Биогеоценоз (от греч. bios — жизнь, ge — Земля и koinos — общий) — однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (биоценоз) и косных (приземной слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, связанных между собой обменом веществ и энергии. Термин предложил советский ученый В. М. Сукачев (1940); иногда употребляется как синоним экосистемы.

Биоиндикаторы, биологические индикаторы (от греч. *bios* — жизнь и лат. *indicator* — указатель) — присутствие и численность которых служат показателем свойств среды и ее качества.

Биологическая индикация — оценка среды по наличию или отсутствию в ней тех или иных организмов, называемых биоиндикаторами. Например, лишайники живут только при наличии чистого воздуха, речные раки живут в водоемах с чистой водой, а малощетинковые черви трубочники в массе развиваются на дне загрязненных водоемов.

Биологическая очистка сточных вод — способ очистки бытовых и промышленных сточных вод, заключающийся в биохимическом разрушении (минерализации) микроорганизмами органических веществ (загрязнений органического происхождения), растворенных и эмульгированных в сточных водах.

Биоценоз (от греч. *bios* — жизнь и *koīnos* — общий) — совокупность живых существ (растений, животных, микроорганизмов), населяющих участок суши или водоема и характеризующихся определенными отношениями как между собой, так и с абиотическими факторами среды. Термин биоценоз впервые предложил немецкий биолог К.Мебиус в 1877 г.

Биота (от греч. *biote* — жизнь) — исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения. В отличие от биоценоза в состав биот входят виды, которые могут не иметь экологических связей друг с другом (напр., кенгуру и рыба цератодус, входящие в состав австралийской фауны).

Биотехнология — использование биологических процессов в промышленном производстве полезных для человека продуктов.

Биотические факторы среды (от греч. *bios* — жизнь и лат. *factor* — делающий, производящий) — совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие.

Биотический потенциал — потенциальный рост численности популяции в геометрической прогрессии при ее размножении в неконтролируемых условиях, т. е. без влияния каких-либо внешних факторов.

Биотоп (от греч. *bios* — жизнь и *topos* — место, местность) — участок среды обитания, заселенный тем или иным сообществом растений и животных — биоценозом.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) — количество кислорода, потребляемое микроорганизмами за 5 суток, для того чтобы разложить в одном литре воды все вещества, способные участвовать в биохимических процессах. Высокие значения БПК свидетельствуют о значительном органическом загрязнении воды.

Биоциды (от греч. *bios* — жизнь и лат. *caedere* — убивать) — вещества, вызывающие гибель организмов (растений, животных). Обычно

используются в сельском хозяйстве. К биоцидам относятся гербициды, пестициды, моллюскоциды, инсектициды и др.

Бытовые отходы — разнообразные по составу и физико-химическим свойствам остатки, образующиеся в процессе бытовой деятельности людей (сточные воды, нечистоты, мусор, остатки бумаги, тканей, резины, металлов и др.). Используются после специальной обработки или подлежат устранению для предупреждения загрязнения среды.

Ветровая эрозия почвы — разрушение и перенос почвы ветром.

Влажность воздуха — количество водяного пара в воздухе; одна из наиболее существенных характеристик погоды и климата. Наиболее важный и часто употребляемый показатель влажность воздуха — относительная величина, измеряемая процентным отношением фактического давления водяного пара в атмосфере к максимально возможному при данной температуре воздуха. Влажность воздуха абсолютная — количество газообразной воды (пара) в граммах на 1 м³ воздуха.

Водная эрозия — процесс разрушения (смыв и размыв) почвы и подстилающих пород потоками дождевых и талых вод, перемещения продуктов разрушения и их переотложения. Приводит к хозяйственному и экологическому ущербу — смыву плодородного слоя почвы, разрушению почвогрунтов, размыву берегов и заилению водоемов, образованию оврагов.

Водные ресурсы — все пригодные для использования в народном хозяйстве воды рек, озер, каналов, водохранилищ, морей, океанов, подземные воды, почвенная влага, вода ледников, водяные пары атмосферы.

Водный баланс — количественное сопоставление всех видов прихода, расхода и изменения запасов воды в пределах какой-либо территории за соответствующий отрезок времени.

Водный кадастр — систематизированный свод сведений о водных объектах, водных ресурсах, водопользователях, режиме качества и использования воды.

Водный кодекс — единый систематизированный законодательный акт, содержащий нормы права по охране и использованию водных ресурсов.

Водоохранные зоны — территории, прилегающие к акваториям рек, озер и др. водных объектов, на которых установлен специальный режим хозяйственной деятельности для предупреждения загрязнения, замусоривания, истощения вод и заиливания водоемов.

Водоочистка — комплекс технологических процессов, направленных на доведение качества воды, поступающей в

водопроводную сеть из источников водоснабжения, до установленных показателей.

Водоподготовка — улучшение качества природных вод, используемых для технологических целей (питания паровых и водогрейных котлов и т. д.).

Возвратные воды — воды, стекающие с орошаемых территорий в виде поверхностного (сбросовые воды) и подземного (дренажные воды) стоков, достигающие водоприемника (мелиоративного канала, реки, озера, водохранилища) и пригодные для повторного использования в хозяйственных целях.

Воздух атмосферный — физическая смесь газов различной химической природы, имеющих для живых организмов первостепенное значение.

Всемирный день окружающей среды, 5 июня. Учрежден по предложению делегации Японии и Сенегала на Конференции ООН по окружающей среде, состоявшейся 5—16 июня 1972 г. в г. Стокгольме (Швеция). Отмечается во всем мире ежегодно для привлечения внимания мировой общественности к проблемам охраны окружающей среды.

Всемирный фонд дикой природы WWF (World Wildlife Fund) — международная общественная неправительственная организация, субсидирующая действия по охране и изучению исчезающих и редких видов животных, растений и их местообитаний. Основана в 1961 г. ВФДП осуществляет фундаментальные исследования, учреждает и охраняет заповедники, предоставляет денежную помощь и занимается просветительской и воспитательной работой в сфере охраны природы.

Газоочистка — процесс улавливания твердых, жидких или газообразных загрязнителей из выбросов в атмосферу.

Геосфера (от греч. *ge* — Земля и *sphaira* — шар) — концентрические сферы, слагающие Землю: атмосфера, гидросфера, литосфера, мантия и ядро Земли.

Гербициды (от лат. *herba* — трава и *caedo* — убиваю) — химические вещества, применяемые для уничтожения растительности путем опыливания, опрыскивания или внесения в почву. В сельскохозяйственной практике применяют как общеистребительные гербициды (сплошного действия), уничтожающие все растения на обрабатываемой площади, так и избирательные, губительно действующие только на определенную группу сорной растительности.

Гидросфера (от греч. *hydor* — вода и *sphaira* — шар) — совокупность всех водных объектов Земного шара: океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, болот, подземных вод, ледников и снежного покрова. См. Водные ресурсы.

Гринпис (англ. *green peace* — зеленый мир) — независимая внепартийная международная экологическая организация. Основана в 1971

г. в Ванкувере (Канада) на учредительном съезде организации. Гринпис осуществляет мирные экологические акции, направленные против разрушения природной среды. Гринпис добивается: прекращения испытаний ядерного оружия, прекращения захоронений в море 20 %-ной серной кислоты, запрещения захоронения в море радиоактивных отходов, сохранения тюленей, китов и морских черепах. Основным направлением деятельности Гринпис является охрана вод, а также предотвращение кислотных дождей.

Грунтовые воды — подпочвенные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта, не имеющего сверху сплошной кровли водонепроницаемых пород; не обладают напором и подвержены сезонным колебаниям уровня. В грунтовых водах обитают специфическая подземная фауна, микроорганизмы.

Гумус (от лат. humus — земля, почва) — перегной; органическая часть почвы, образующаяся в результате биохимического разложения растительных и животных остатков, а также продуктов их жизнедеятельности. В нем содержатся основные элементы питания растений, которые под воздействием микроорганизмов переходят в доступную для них форму. Содержание гумуса — показатель плодородия почвы.

ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) — хлорорганическое вещество; пестицид, получивший после второй мировой войны широкое распространение в мире для борьбы с насекомыми-вредителями сельского хозяйства. В настоящее время запрещен для применения из-за накопления в почве, воде, растениях, теле животных и человека (в СССР запрещен с 1970 г.).

Деградация почв — снижение плодородия почв, вызванное ухудшением их полезных свойств, что, в свою очередь, вызывается неразумным землепользованием. В деградирующих почвах снижается содержание гумуса, развиваются процессы водной и ветровой эрозии, засоление и т.д.

Деструкция биологическая — разложение органических веществ под действием микроорганизмов, таких, как бактерии и грибы, а также почвенных организмов. При полной Д. б. образуются только вода, углекислый газ и появляется новая биомасса бактерий и грибов. О разложимости органических соединений в сточных водах судят по величине отношения биохимического потребления кислорода и химического потребления кислорода. Отношение, равное единице, свидетельствует о легкой разложимости органического соединения.

Детергенты — поверхностно-активные синтетические вещества, употребляемые в промышленности и быту как эмульгаторы и моющие средства. Служат одним из основных химических загрязнителей водоемов, т. к. медленно разлагаются микроорганизмами.

Диоксин — вещество, которое может быть образовано как побочный продукт при производстве ряда хлорированных соединений бензола (в частности, трихлорфенола и его производных), часть которых широко используется в качестве гербицидов. Из всех известных химических веществ — одно из наиболее токсичных.

Диск Секки — простое устройство для определения прозрачности воды в водоемах; представляет собой белый металлический диск диаметром 30 см. При опускании на глубину внезапно перестает быть видимым, отмечая в момент исчезновения глубину, куда проникает примерно 5 % солнечной радиации, достигающей поверхности воды.

Живое вещество — совокупность в биосфере всех живых организмов (растений, животных, бактерий), их биомассы. Понятие «живое вещество» введено в науку В. И. Вернадским.

Загрязнение биосферы — процесс, приводящий к увеличению уровня содержания вредных веществ в биосфере, появлению новых химических соединений, частиц и чужеродных предметов, чрезмерному повышению температуры, шума (шумовое загрязнение), радиоактивности (радиоактивное загрязнение) и т. д.

Закон биогенной миграции атомов В.И.Вернадского — миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется:

- или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция);
- или же она протекает в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом.

Закон Блекмана — общее влияние лимитирующих факторов может превысить суммарный дополнительный эффект других факторов.

Закон генетического разнообразия — все живое генетически разнообразно и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности.

Закон действия факторов Тинемана — состав и структура экосистемы определяются тем фактором среды, который приближается к минимуму. Закон действия факторов расширяет закон минимума Либиха на всю экосистему.

Закон компенсации факторов Э.Рюбеля — отсутствие или недостаток некоторых (не фундаментальных) экологических факторов могут быть компенсированы другими близкими факторами.

Закон максимума биогенной энергии В.И.Вернадского-Э.С.Бауэра — любая биологическая или другая система с участием живого, находясь в состоянии динамического равновесия с окружающей ее средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду.

Закон минимума Ю.Либиха — существование и выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических

потребностей. Согласно закону минимума жизненные возможности организмов лимитируют те экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму.

Закон неравномерности развития биологических систем – системы одного уровня (иерархии) обычно развиваются не строго синхронно: в то время как одни достигли более высокого уровня развития, другие остаются в менее развитом состоянии.

Закон одного процента – изменение энергетики природной системы в пределах до 1%, как правило, не выводит природную систему из равновесного состояния.

Закон однонаправленности потока энергии – энергия, получаемая сообществом и усваиваемая продуцентами, вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго и других порядков, а затем редуцентам, с падением потока на каждом из трофических уровней в результате процессов, сопровождающих дыхание.

Закон оптимума – любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы.

Закон пирамиды энергий Р.Линдемана – при переходе с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой потребляется в среднем 10% энергии биомассы или вещества в энергетическом выражении.

Закон постоянства живого вещества биосферы В.И.Вернадского – количество живого вещества в биосфере постоянно. Любое изменение количества живого вещества в одном месте биосферы неминуемо влечет за собой такую же по размеру его перемену в другом/других местах, но с обратным знаком.

Закон соответствия условий среды генетической предопределенности организма – вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его природная среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям. Резкое изменение среды жизни может привести к тому, что генетические возможности вида окажутся недостаточным и для приспособления к новым условиям жизни.

Закон толерантности Шелфорда – существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Закон толерантности расширяет закон минимума Либиха.

Законы Коммонера:

1. «Все связано со всем». Существует всеобщая связь процессов и явлений в природе.

2. «Все должно куда-то деваться». Закон о хозяйственной деятельности человека, отходы от которых неизбежны, и потому

необходимо думать как об уменьшении их количества, так и о последующем их использовании.

3. «Природа знает лучше». Пока мы не имеем полной информации о механизмах и функциях природы, а без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее улучшения.

4. «Ничто не дается даром». Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно. Все извлеченное в процессе труда должно быть «возвращено».

Законы Одума:

1. организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного экологического фактора и низкий в отношении другого;

2. организмы с широким диапазоном толерантности в отношении всех экологических факторов наиболее распространены;

3. если условия по какому-либо экологическому фактору неоптимальны, то диапазон толерантности может сузиться и в отношении других факторов;

4. многие факторы среды могут стать лимитирующими в критические периоды жизни организмов.

Засоление — увеличение концентрации солей в воде водоемов и почве (пресной считается вода, содержащая не более 0,5 г солей в 1 л).

Инсектициды (от лат. *insectum* — насекомое и *caedo* — убиваю) — вещества, применяемые для уничтожения или резкого сокращения численности вредных насекомых.

Интродукция (от лат. *introductio* — введение) — вселение в какую-либо местность новых видов организмов (растений или животных), ранее там отсутствовавших. Интродукция — начальный этап акклиматизации.

Кислотные дожди — дожди, содержащие серную, азотную и др. кислоты ($\text{pH} < 5,6$). Образуются в результате химического взаимодействия и последующей конденсации паров воды, сернистого ангидрида и оксидов азота. Последние попадают в атмосферу с промышленными газообразными выбросами, в первую очередь электростанций и металлургических заводов.

Климакс экологический (от греч. *klimax* — высшая точка, кульминация) — относительно устойчивое состояние экологической системы, при котором наблюдается наилучшее соответствие видового состава организмов условиям среды. Экосистема в таком состоянии характеризуется наибольшей общей биомассой и наибольшим видовым разнообразием.

Климат — совокупность атмосферных условий, характерных для данной местности.

Консументы (от лат. *consumo* — потреблять) — организмы, потребляющие органические вещества. Все они гетеротрофны в отличие от

продуцентов, которые являются аутотрофами. В трофических цепях различают К. первого, второго и более высоких порядков.

Коэволюция (от лат. со — совместно и evolutio — развертывание) — совместная эволюция двух или более таксономических групп организмов, связанных тесными экологическими связями. Хорошим примером К. могут служить некоторые животные-фитофаги и опылители.

Красная книга — издание Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП), созданного при ЮНЕСКО в 1948 г. Содержит перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений.

Круговорот веществ — многократное участие веществ (абиогенных и биогенных) в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере.

Культура экологическая: 1) этап и составная часть развития общемировой культуры, характеризующиеся острым, глубоким и всеобщим осознанием экологических проблем в жизни и будущем развитии человечества; 2) совокупность знаний, умений, социальных и инженерных норм, руководствуясь которыми человек осознает себя (и соответствующим образом действует) как часть природной среды и как субъект, ответственный перед собой, живущими и последующими поколениями людей за ее сохранение.

Лимитирующий фактор — один из экологических факторов, ограничивающий возможности существования вида или популяции на определенной территории.

Литосфера (от греч. litos — камень и sphaira — шар) — внешняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии. Она представляет собой продукт физико-химических процессов, происходящих в недрах Земли.

Магнитосфера (земная) — магнитное поле Земли, простирающееся на 70—80 тыс. км по направлению к Солнцу и на многие миллионы километров в противоположном направлении. Основные характеристики: направленность, гомогенность и напряженность.

Макроклимат — климат обширных территорий, однородных по условиям циркуляции атмосферы и обладающих определенной целостностью (материки, океаны).

Макроэлементы — химические элементы составляющие основную массу органических и неорганических соединений живых организмов: О, Н, С, N, Са, Р, S, К, Na, Mg, Cl, Fe. Они требуются организмам постоянно и в сравнительно большом количестве. Основная часть макроэлементов поступает в клетку извне или представлена в ней ионами как результат диссоциации соответствующих солей.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) — международная неправительственная организация, созданная

в 1948 г., с консультативным статусом при ЮНЕСКО, по охране и рациональному использованию природных ресурсов. МСОП содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, а также между отдельными лицами по вопросам защиты природы и охраны природных ресурсов. Основные направления деятельности МСОП: подготовка и созыв научно-технических совещаний, спец. конференций, разработка международных программ, подготовка международных конвенций и рекомендаций. Важнейшими международными акциями МСОП являются: выпуск Красной книги (первый том вышел в 1968 г.), принятие в 1978 г. официального программного документа Союза — Всемирной стратегии охраны природы и Хартии охраны природы.

Мезосфера — один из слоев ионосферы, верхнего слоя атмосферы, имеющей протяженность сотни километров. Характеризуется тем, что воздух в ней находится в ионизированном состоянии.

Мелиорация (от лат. *melioratio* — улучшать) — система мер, направленных на улучшение природных почв.

Метаболизм, обмен веществ (от греч. *metabole* — перемена) — совокупность процессов биохимических превращений веществ и энергии в живых организмах. Метаболизм состоит из двух противоположных по результатам процессов — ассимиляции и диссимиляции.

Метантенк (от фр. *methane* — болотный, или рудничный, газ и англ. *tank* — резервуар, бак) — сооружение в виде большого резервуара для биологической переработки осадков, образуемых при очистке сточных вод с помощью микроорганизмов без доступа воздуха. Ср. Аэротенк.

Микроклимат (от микро и греч. *Klima (klimatos)* — режим погоды) — совокупность климатических факторов небольшого региона, складывающихся в результате неодинакового прогревания, охлаждения, увлажнения и других различных по характеру участков земной поверхности (микроклимат поляны, вершины, холма, лощины, южного и северного склонов бархана и др.).

Микроэлементы — химические элементы, содержащиеся в организме в низких концентрациях (тысячных долях процента и ниже) и необходимые для нормальной жизнедеятельности (Al, Fe, Si, Mn, Co, I и др.). Недостаток их может стать причиной значительных нарушений клеточного обмена веществ, т. к. М. выступают в роли катализаторов многих химических процессов.

Минерализация — разложение бактериями и грибами остатков отмерших организмов до состояния минеральных соединений.

ММФ — Международная федерация молодежи по изучению и охране окружающей среды. Проводит активную работу по распространению знаний по охране и сохранению среды, организует ежегодные мероприятия по природоохранительной тематике.

Мониторинг (от лат. monitor — надзирающий) — комплексная система долгосрочных наблюдений за изменением экосистем и биосферы под влиянием антропогенных воздействий.

МОТ Международная организация труда. Основная задача — создание безопасных условий труда на производстве, предупреждение профболезней. Одна из задач по природоохранительной работе — воспитание чувства ответственности за сохранение окружающей среды.

Мусор — совокупность твердых бытовых отходов и отбросов, образующихся в бытовых условиях; стекло, металлы, кости и т. д.

Мутагены — факторы, вызывающие изменение генетического материала. Мутагены бывают: физические (все виды ионизирующих излучений, ультрафиолетовое излучение, температура и др.); химические (средства дезинфекции, некоторые медикаменты: папаверин, атропин; консерванты: ванилин, нитраты К и Na); биологические — действуют опосредованно, изменяя метаболизм клетки (плесневые грибы, выделяющие токсины и антибиотики, вирусы).

Нитрификация — минерализация сложных органических соединений азота в процессе гниения. Нитрифицирующие бактерии переводят азот аммиака (аммония) в усвояемую растениями форму — нитриты и нитраты. Нитраты — основные производные азота, используемые растениями в процессе роста. Накопление в растениях нитратов выше ПДК становится токсичным для человека и может иметь нежелательные последствия.

Ниша экологическая (от франц. niche — гнездо) — функциональное место вида в экосистеме (биогеоценозе), определяемое совокупностью факторов внешней среды, к которым он приспособлен и в которой он устойчиво воспроизводит себя и может существовать длительное время.

Ноосфера (от греч. noos — разум и сфера), «мыслящая оболочка», «сфера разума» — фаза развития биосферы, в период которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором ее развития и функционирования. Понятие ноосферы введено Э. Леруа и Т. Шарденом (1927, 1930).

Облучение внешнее — один из видов природных лучевых нагрузок организмов. Состоит из: космического излучения; излучения радионуклидов, рассеянных в биосфере; излучения материалов и сооружений, созданных человеком.

Облучение внутреннее — формируется радионуклидами, накапливающимися в организмах в процессе поглощения питательных веществ из окружающей среды.

Одорант — пахучее вещество, загрязняющее воздух.

Озон (от греч. ozon — пахну) — аллотропное видоизменение кислорода; газ синего цвета с резким характерным запахом. Молекула

трехатомна — O_3 . Сильный окислитель, окисляет все металлы (исключая золото и платиновые), а также большинство др. элементов. Образуется в процессах, где выделяется атомарный кислород. Образует озоносферу на высотах от 10 до 50 км с максимумом концентрации на высоте 20—25 км.

Озоновый экран — верхний слой стратосферы на высотах 20—25 км с максимальным количеством озона. Активно поглощает коротковолновое ультрафиолетовое излучение Солнца. Определяет температурный режим стратосферы, и является защитным щитом от жесткого УФ-излучения, крайне опасного для всего живого на Земле.

Окисление биологическое — совокупность процессов окисления, протекающих во всех живых клетках, сущность которых состоит в обеспечении организма энергией.

Окружающая среда — комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в определенных взаимоотношениях. Одно из основных экологических понятий. Для характеристики О. с. используются абиотические, биотические и антропогенные факторы.

Оптимум экологический — наиболее благоприятные условия для жизни (роста, развития, размножения) организма (вида). Различают температурные, кислородные, световые и др. зоны О. э.

Опустынивание — потеря плодородия почв. Основные причины — перегрузка ландшафта сельскохозяйственными культурами, неумеренный выпас скота, неправильная ирригация земель.

Организм (от среднелат. *organizo* — устраиваю, сообщаю стройный вид) — живое существо, реальный носитель жизни, характеризующийся всеми свойствами живого.

Оружие экологическое — преднамеренное воздействие на природную среду в военных целях. Особенно остро эта экологическая проблема проявилась в период войны в Индокитае в 1961—1975 гг. В результате применения отравляющих веществ вооруженными силами США огромные площади были превращены в безжизненные пустыни. Восстановление растительности возможно лишь через 10—15 лет.

Осмоз (от греч. *osmos* — толчок, давление) — переход молекулы растворителя из менее концентрированного раствора в более концентрированный в условиях, когда два раствора разделены мембраной, пропускающей растворитель, но непроницаемой для растворенных веществ (односторонняя диффузия).

Осмотическое давление — внешнее давление, которое необходимо приложить со стороны раствора, чтобы противодействовать поступлению в него растворителя через разделяющую их проницаемую мембрану.

Отстойники — специальные резервуары, бассейны, водоемы, используемые для осаждения взвешенных частиц сточных вод.

Отходы — не пригодные для производства данного вида продукции остатки сырья или возникающие в ходе технологических процессов

вещества (твердые, жидкие, газообразные) и энергия, не подвергающиеся утилизации в рассматриваемом производстве. О. также образуются в результате амортизации предметов быта в самой жизни людей (бытовые О.). О. одного производства могут служить сырьем для другого.

Охрана воздуха — комплекс мероприятий по санитарной охране атмосферного воздуха, которые можно разделить на: планирование — рациональное размещение промышленности в определенных санитарно-защищенных зонах в зависимости от вида и мощности предприятий и местных условий; эффективные способы газоочистки, пылеулавливания и редукции (использование улавливаемых промышленных выбросов); санитарно-законодательные мероприятия, предусматривающие нормы предельно допустимого содержания вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Охрана природы — комплекс мероприятий, охватывающих рациональное использование, охрану и восстановление объектов живой и неживой природы. Осуществляется международными, государственными, региональными, административно-хозяйственными, политическими, юридическими и общественными комитетами и организациями.

Очистка — 1) устранение посторонних и нежелательных веществ с поверхности или из объема какого-то предмета; 2) освобождение твердых, жидких и газообразных отходов от загрязняющих среду вредных примесей.

Очистка сточных вод — разрушение и удаление из них загрязняющих веществ. Существуют три основных метода очистки вод: механический, представляющий собой извлечение из сточных вод нерастворимых веществ; химический, состоящий в добавлении в сточные воды химических реагентов, которые способствуют удалению из воды загрязняющих веществ; биологический, заключающийся в естественном разложении (с помощью микроорганизмов) загрязняющих веществ.

Парниковый эффект — поглощение приземной атмосферой, содержащей углекислый газ, длинноволнового инфракрасного излучения, отраженного поверхностью Земли. Следствием является повышение температуры приземной атмосферы, что может привести к нежелательным экологическим последствиям (таянию ледников, повышению уровня Мирового океана и др.). К парниковым газам, кроме CO_2 , относятся метан, оксиды азота, хлорфторуглероды (фреоны), водяной пар.

Пестициды (от лат. *pestis* — зараза и *caedo* — убиваю), ядохимикаты — общее название всех химических соединений, применяемых для защиты культурных растений, зерна, древесины от сорняков, вредителей, паразитов и их переносчиков, болезней. К пестицидам относятся также вещества, используемые для удаления листьев (дефолианты), удаления цветов и завязей (дефлоранты), отпугивания животных (репелленты), их привлечения (аттрактанты) и стерилизации (хемостерилизаторы). Названия

П., используемых для уничтожения организмов отдельных систематических групп животных, растений, грибов, бактерий, составлены из латинского названия этих групп с добавлением окончания «цид» (альгицид — убивающий водоросли, бактерицид — бактерий, акарицид — клещей, инсектицид — насекомых, лимакицид — слизней, ихтиоцид — рыб, фунгицид — грибы и т. д.).

Поверхностно-активные вещества, (ПАВ) — один из видов органических загрязнителей. К ним относятся масла, жиры, смазочные материалы — вещества, образующие на поверхности пленку, которая препятствует газообмену между водой и атмосферой. Это обстоятельство влияет на содержание кислорода в воде и таким образом на состояние гидробионтов.

Поля орошения — участки земли, подготовленные для естественной биологической очистки сточных вод и выращивания сельскохозяйственных растений. На них разрешается выращивать технические, зерновые, кормовые и силосные культуры. Запрещено выращивать овощные культуры, используемые в пищу без термической обработки.

Поля фильтрации — участки земли, приспособленные для естественной биологической очистки жидкой фазы сточных вод путем фильтрации их через почвенные горизонты. Наиболее подходящими грунтами для них являются пески и супеси. Поля фильтрации следует располагать ниже водозаборных сооружений по течению грунтового потока.

Популяция (от лат. *populus* — народ, население) — совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, длительно существующая в определенной части ареала, относительно обособленного от других совокупностей того же вида.

Поток энергии — движение энергии в экосистемах через посредство пищевых цепей. Его источником является солнечное излучение.

Почва — твердый субстрат наземных сообществ, образующийся в результате взаимодействия климатических и биологических факторов с подстилающей геологической породой. Это — биокосное вещество.

Правило Аллена — выступающие части тела теплокровных животных в холодном климате короче, чем в теплом, поэтому они отдают в окружающую среду меньше тепла. Отчасти правило Аллена справедливо и для побегов высших растений.

Правило Бергмана — у теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела особей статистически больше у популяций, живущих в более холодных частях ареала вида.

Правило Глогера — географические расы животных в теплых и влажных регионах пигментированы сильнее, чем в холодных и сухих

регионах. Правило Глогера имеет большое значение в систематике животных.

Правило Дарлингтона – уменьшение площади острова в 10 раз сокращает число живущих на нем видов амфибий и рептилий вдвое.

Правило взаимоприспособленности Мебиуса-Морозова – виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет единое системное целое.

Правило викариата Д.Джордана – ареалы близкородственных видов или подвидов животных обычно занимают смежные территории и существенно не перекрываются. При этом родственные формы, как правило, географически замещают друг друга.

Правило внутренней непротиворечивости – в естественных экосистемах деятельность входящих в них видов направлена на поддержание этих экосистем как среды собственного обитания.

Правило географического оптимума – в центре видового ареала обычно существуют оптимальные для вида условия существования, ухудшающиеся к периферии области обитания вида.

Правило заполнения экологических ниш – пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена. Экологическая ниша как функциональное место вида в экосистеме позволяет форме, способной выработать новые приспособления, заполнить эту нишу.

Правило интегрального ресурса – конкурирующие в сфере использования определенных природных систем отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу.

Правило максимального давления жизни – организмы размножаются с интенсивностью, обеспечивающей максимально возможное их число.

Принцип агрегации особей В.Олли – скопление особей, усиливает конкуренцию между ними за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышенной способности группы к выживанию.

Принцип исключения Гаузе – два вида не могут существовать в одной и той же местности, если они занимают одну и ту же экологическую нишу. В связи с этим принципом при ограниченности возможностей пространственно-временного разобщения один из видов вырабатывает новую экологическую нишу или исчезает.

Принцип неполноты информации – при проведении акций по преобразованию природы информация всегда недостаточна для суждения о всех возможных результатах такого преобразования.

Принцип нулевого максимума – экосистема в своем сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности. При этом климаксовые экосистемы, как правило, обладают максимальной биомассой и минимальной продуктивностью.

Принцип плотной упаковки Р.Макартура – виды в экосистеме используют возможности среды с минимальной конкуренцией между собой и с максимальной биологической продуктивностью, при этом пространство заполняется с максимальной полнотой.

Принцип сукцессионного замещения – сообщества организмов формируют ряд закономерно сменяющих друг друга экосистем, ведущий к наиболее устойчивой в данных условиях климаксовой природной системе.

Природные ресурсы — совокупность объектов и систем живой и неживой природы, компоненты природной среды, окружающие человека и которые используются в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества. По виду исчерпаемости делятся на исчерпаемые (невозобновляемые, возобновляемые) и неисчерпаемые ресурсы (водные, климатические, космические и т.д.).

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП — англ. UNEP — United Nations Environment Programme) — международная межправительственная программа (принята в 1972) по изучению острых экологических проблем, рационального использования природных ресурсов и охраны природы планеты. Штаб-квартира ЮНЕП находится в г. Найбори (Кения).

Программа «Человек и Биосфера» (МАБ) — международная программа ЮНЕСКО, принятая в 1970 г. Представляет собой долговременную программу, в рамках которой выполняются работы по 14 комплексным научным проблемам (проектам), изучающим главным образом последствия человеческой деятельности в основных типах биомов. Взаимодействует с Международным союзом охраны природы (МСОП), Всемирным фондом дикой природы, Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и др. В каждом государстве-участнике этой программы имеется национальный комитет.

Продуценты (от лат. *producens* — производящий, создающий) — автотрофные организмы, создающие органическое вещество из простых неорганических соединений. К ним принадлежат фото- и хемотрофные организмы. Продуценты — обязательный компонент экосистем, образующий ее первый трофический уровень (основание экологической пирамиды).

Прозрачность воды — способность воды пропускать свет. Обычно измеряется белым металлическим диском (диск Секки), опускаемым на тросе до глубины видимости его глазами. Напр., прозрачность воды оз. Байкал около 40 м, оз. Нарочь — 4—5 м. Зависит в основном от концентрации взвешенных и растворенных органических и неорганических веществ. Прозрачность воды изменчива в разные сезоны года, резко снижается при «цветении воды». Прозрачность воды может

служить показателем трофности (кормности) и степени загрязнения водоема.

Радиация солнечная, солнечное излучение — электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца. Электромагнитная радиация (лучистая энергия Солнца) — электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью 300 тыс. км/с, доходят до земной поверхности в виде прямой и рассеянной радиации. Около 48 % солнечной радиации приходится на видимую часть спектра (0,38—0,76 мкм), 45 % — на инфракрасные (тепловые) лучи (более 0,76 мкм) и 7 % — на ультрафиолетовое излучение (менее 0,38 мкм). Солнечная радиация — единственный источник энергии для фототрофов.

Радиобиология (от лат. radio — излучаю, испускаю лучи и биология) — наука, изучающая действие радиоактивных излучений на живые организмы и их сообщества. Как самостоятельная сформировалась в первой половине XX в. благодаря быстрому развитию ядерной физики и техники.

Радионуклиды — нестабильные радиоактивные изотопы. Характеризуются атомной массой и скоростью распада, которую оценивают периодом полураспада — величиной, постоянной для данного изотопа. Представляют значительный интерес с точки зрения экологии, т. к. способны аккумулировать в живых организмах.

Редуценты (от лат. reducentis — возвращать) — организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных соединений (гл. обр. бактерии и грибы). Обязательный компонент любого биогеоценоза, т. к. осуществляет замкнутость биологического круговорота веществ. Заключительное звено в пищевой цепи.

Резистентность (от лат. resistance — устойчивый) — устойчивость живых организмов к действию какого-либо повреждающего агента. Имеет большое экологическое значение. Напр., длительное применение пестицидов в сельском хозяйстве привело к появлению резистентных рас вредителей и распространению «новых» вредных организмов, естественные враги которых или конкуренты были уничтожены пестицидами.

Римский клуб - неправительственное международное объединение ученых, представителей политических и деловых кругов, призванное исследовать глобальные кризисные процессы и находить пути выхода из них независимо от интересов отдельных государств. Образован в 1968 г. по инициативе А. Печчеи (одного из содиректоров корпорации «Фиат»). Исследования велись на основе построения моделей мирового развития. По заказу «Р. к.» был выполнен ряд проектов: «Пределы роста» — 1972, «Человечество на перепутье» — 1974, «Пересмотр международного порядка» — 1976.

Саморегуляция экосистемы — способность экологической системы автоматически устанавливать и поддерживать на определенном (постоянном) уровне свои структуру и функции.

Самоочищение — совокупность естественных процессов, приводящих к разложению загрязняющих веществ, поступающих в природную среду или в организмы.

Самоочищение воды — непрерывный процесс биохимической, химической, биотической утилизации и переработки загрязняющих веществ. При однократном сбросе сточных вод в естественные водоемы за счет процессов сорбции, осаждения и переработки взвешенных и растворенных веществ живыми организмами, населяющими водоем, свойства воды в значительной степени восстанавливаются. В С. в. принимают участие все гидробионты, но главную роль играют бактерии, грибы, простейшие и животные-фильтраторы.

Симбиоз (от греч. symbiosis — совместная жизнь) — тесное совместное существование организмов разных видов.

Смог (от англ. smog, smok — туман с дымом), токсический туман — сильное загрязнение воздуха в виде аэрозолей с дымом, газом и туманом. Частое явление в промышленно-развитых городах. Разновидности: ледяной смог, смог Лос-Анджелесского типа, фотохимический туман.

Соленость воды — общая сумма солей, содержащихся в воде. Выражается в промиле (0/00) > т. е. в десятых долях процента или г/л. Различают пресные (до 0,5 0/00), солоноватые (0,5—16 0/00), эвгалинные, или морские (16—47 0/00) и гипергалинные, или пересоленные (более 47 0/00) воды.

Список зеленый — перечень видов растений и животных, исключенных из Красной книги, т. к. численность их популяций восстановлена до оптимального уровня.

Список красный — редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных.

Список черный — исчезнувшие виды растений и животных (напр., Стеллерова корова, дронг, странствующий голубь и др.).

Среда — все тела и явления (природные и антропогенные), с которыми организм находится в прямых и косвенных взаимоотношениях. Различают термины: «внешняя среда» — совокупность сил и явлений природы, не обязательно контактирующих с организмами; «окружающая среда» подразумевает непосредственный контакт с объектом; «природная среда» (комплекс факторов живой и неживой природы, воздействующих на организм) включает среду абиотическую (по происхождению не связанную с жизнедеятельностью организмов) и биотическую (обусловленную жизнедеятельностью организмов).

Среда обитания — совокупность определенных абиотических и биотических условий, в которых обитает данная особь, популяция или вид.

Низкоорганизованные животные и все растения попадают в свою С. о. пассивно и выживают в ней, если к ней приспособлены. Большинство животных активно выбирают подходящую для себя С. о., а иногда и сами ее создают (напр., постройка плотины бобрами для повышения уровня воды).

Стихийные бедствия — разрушительные природные явления, вызванные ураганами, землетрясением, цунами, торнадо, извержением вулканов, засухой, эрозией почв, опустыниванием, градом, снегопадом, снежными лавинами, селями. Являются экстремальными экологическими факторами.

Стратификация температурная (от лат. *stratum* — слой) — слоистость водных масс в водоемах, имеющих различную температуру. В летний период верхние слои воды более теплые, чем нижние — прямая стратификация, зимой наблюдается обратная стратификация с более высокой температурой в придонных слоях (около +4 °С) и низкой (около 0 °С) — в верхних подо льдом.

Стратосфера (от лат. *stratum* — слой и греч. *sphaira* — шар, сфера) — слой атмосферы, расположенный над тропосферой на высоте 8—10 км на полюсах и на экваторе от 16—18 до 55 км. Характеризуется повышением температуры от -40 °С до близких к 0 °С и большим содержанием озона на высоте 20—25 км. У границ С. возникает северное сияние.

Стресс (от лат. *stress* — напряжение) — неспецифическая реакция живого организма в ответ на воздействие различных неблагоприятных факторов (стрессоров): холода, голода, психических и физических травм, облучения, кровопотери, инфекции и др. Различают разные формы С: антропогенный, биогенный, культурный, шумовой и др. На уровне экосистемы С. проявляется в изменении энергетических процессов, нарушении круговорота биогенных веществ и структуры сообщества. Длительное состояние С. грозит разрушением живых систем.

Сукцессия (от лат. *successio* — преемственность, наследование) — последовательная направленная и необратимая смена на определенном участке среды одних сообществ организмов другими. Первичная С. возникает на субстратах, не затронутых процессами почвообразования (скальные породы, остывшая лава). Вторичная происходит при восстановлении экосистемы после ее разрушения (пожар в лесу, на заброшенных сельхозугодьях и т. д.).

Температурная инверсия — повышение температуры воздуха с высотой вместо ее обычного понижения. Возникает в результате радиационного охлаждения земной поверхности и приземного слоя воздуха.

Тепловые отходы — неиспользованная часть тепловой энергии, выделяемая в окружающую среду в результате производственных процессов.

Термосфера — слой верхней атмосферы (в среднем от 80 до 800 км от поверхности Земли), в которой с высотой происходит быстрый рост температуры.

Толерантность (от лат. *tolerantia* — терпение) — способность организмов Переносить определенную амплитуду колебаний факторов среды, отклоняющихся от оптимальных для них, при этом расти и размножаться.

Трансформация (от лат. *transformatio* — преобразование, превращение) — превращение энергии солнечной радиации, улавливаемой зелеными растениями, в другие виды (химическую, механическую и др.), сопровождающееся ее потерей в виде тепла.

Тропосфера (от греч. *tropos* — поворот, изменение и *sphaira* — шар) — нижний слой атмосферы высотой 10—18 км (в зависимости от широты места), в котором сосредоточено более 4/5 всей массы воздуха и протекают практически все погодные явления. Включает взвешенные в воздухе водяные пары, перемещающиеся при неравномерном нагреве поверхности Земли.

Трофическая сеть — переплетение пищевых цепей в природном комплексе.

Трофическая цепь, пищевая цепь — пищевые взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит перенос вещества и энергии с более низких уровней (растения) к более высоким (хищникам). При этом большая часть энергии (80—90 %) теряется в виде тепла. Поэтому число звеньев (уровней) обычно не превышает 4—5. Чем длиннее Т. ц., тем меньше продукция ее последнего уровня по отношению к первому (начальному).

Трофический уровень — совокупность организмов, занимающих определенное положение в общей цепи питания в связи с одинаковой удаленностью от звена продуцентов. Например, животные разных видов, поедающие растения (или цианобактерии), относятся ко второму Т. у. (консументы первого порядка), а поедающие их другие животные в свою очередь образуют третий Т. у. (консументы второго порядка) и т. д. Количество Т. у. в экосистемах не превышает 4—6, так как часть энергии пищи в ходе ее трансформации теряется на нужды энергетического, обмена, рассеивается в виде тепла.

Тяжелые металлы — металлы с удельным весом более 4,5 г/см³. Среди Т. м. имеются жизненно необходимые для человеческого организма (напр., цинк, железо, марганец, медь и др.) и токсичные для организма (напр., кадмий, ртуть, свинец и др.). Т. м. попадают в окружающую среду как со сточными водами, так и в результате процессов горения. Тяжелые

металлы входят в состав земной коры. Особую проблему представляет накопление тяжелых металлов в пищевой цепи и в организме человека.

Ультрафиолетовая радиация (излучение) — невидимое глазом электромагнитное излучение с длинами волн меньше 0,4 мкм (в диапазоне между видимым и рентгеновским излучениями). См. Радиация солнечная.

Устойчивость экосистемы — ее способность сохранять структуру и функциональные особенности при воздействии изменяющихся внешних факторов.

Утилизация промышленных отходов — использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья, топлива и для др. целей.

Уязвимость экосистемы — понятие обратное устойчивости, степень неспособности противостоять внешним воздействиям.

Фактор экстремальный — любой фактор, сила воздействия которого превышает приспособительные возможности организма или системы, но не настолько, чтобы привести к гибели. Может иметь максимальное и минимальное выражение, т. к. резкий избыток или нехватка воздействия фактора одинаково экстремальны. Наличие Ф. э. создает экстремальные условия существования для организмов.

Фауна (от лат. Fauna — богиня лесов и полей, покровительница животных стад в римской Мифологии) — совокупность всех видов животных, обитающих на определенном пространстве.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ (Принят ГД ФС РФ 20.12.2001).

Фильтраторы — водные организмы, способ питания которых состоит в отцеживании из воды пищевой взвеси с помощью фильтрационного аппарата. К Ф. относятся губки, многие виды планктонных ракообразных, двустворчатые моллюски, мшанки, асцидии, некоторые виды рыб, усатые киты. Значение Ф. огромно. Фильтруя воду, они выполняют роль естественных очистительных систем, т. е. осуществляют биологическую очистку воды (самоочищение).

Фитонциды (от фито... и лат. caedo — убиваю) — образуемые растением биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие микроорганизмов. Играют важную роль во взаимоотношениях организмов в биоценозах. Ф. выделяют лук, чеснок, хрен и др.

Фитотоксин — токсичное для растений вещество, способное нарушать их метаболизм.

Флора (от лат. Flora — богиня цветов и весны) — исторически сложившаяся совокупность видов растений на данной территории.

Фотосинтез (от фото... и греч. synthesis — соединение) — превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими бактериями чистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ.

Фреоны — хлорфторуглеводороды, которые широко используются в быту (газовое наполнение аэрозольных баллончиков, охлаждающие агенты холодильников) и разрушающе влияют на озоновый слой атмосферы. В стратосфере из фреоны под воздействием ультрафиолетового излучения выделяется хлор, вступающий в реакцию с озоном с выделением атомарного кислорода.

Фумигация (от лат. fumigatio — окуриваю) — процесс уничтожения или отпугивания вредителей и возбудителей болезней с помощью газообразных токсических или отпугивающих препаратов.

Фунгициды (от лат. fungus — гриб и caedo — убиваю) — химические вещества (пестициды), употребляемые для борьбы с возбудителями грибковых заболеваний растений и животных.

Хемосинтез — (от хемо... и греч. synthesis — соединение) — процесс синтеза органических веществ некоторыми группами бактерий за счет энергии, получаемой ими в реакциях окисления аммиака, сероводорода и др. веществ. Как и при фотосинтезе, в результате Х. образуется первичное органическое вещество. Х. происходит, как правило, в бессветовых условиях (пещерах, глубоководных зонах морей, озер и др.). По сравнению с фотосинтезом Х. играет подчиненную роль в образовании первичного органического вещества в биосфере. Х. был открыт С. Н. Виноградским (1887).

Хлорофилл (от греч. chloros — зеленый и ...филл) — зеленые пигменты растений, с помощью которых улавливается энергия солнечного света и осуществляется фотосинтез. Свет, поглощенный Х., преобразуется в потенциальную химическую энергию органических продуктов фотосинтеза.

Цветение воды — массовое развитие фитопланктона, вызывающее зеленую окраску воды. Процесс обусловлен значительным увеличением концентрации минеральных питательных веществ, поступающих в водоемы с водосборной площади (смыв минеральных удобрений и др.).

Цветность воды — показатель оптической плотности воды; зависит в основном от содержания гумусов кислот.

Ценоз (от греч. koinos — общий) — любое сообщество организмов. Выделяют зооценозы (сообщество животных), фитоценозы (сообщество растений), микробные ценозы.

«Человек и биосфера» (ЧИБ) (от англ. Man and Biosphere, МАВ) — долгосрочная межправительственная программа по координации фундаментальных исследований проблем управления естественными ресурсами.

Шум — одна из форм физического (волнового) загрязнения окружающей среды, адаптация к которому практически невозможна. В настоящее время шум (звуки) рассматриваются как серьезный загрязнитель биосферы.

Эволюционная экология — раздел экологии, изучающий эволюцию видов в связи с факторами внешней среды, а также эволюцию биоценозов и экосистем.

Эвтрофирование водоемов, эвтрофикация — повышение биологической продуктивности водоемов главным образом за счет возрастания уровня первичной продукции, которое до определенной величины создает основу для развития более богатой кормовой базы рыб и способствует повышению продуктивности водоемов. Затем качество воды может ухудшиться: возникает ее «цветение», уменьшается прозрачность и содержание кислорода. Высокая степень Э. в. приводит к заморам рыб и др. гидробионтов.

Эдафические факторы (от греч. edaphos — почва) — почвенные условия, влияющие на жизнь и распространение организмов. Один из комплекса абиотических факторов среды.

Экологизация — процесс неуклонного и последовательного внедрения технологических систем и др. решений, которые позволяют повысить эффективность использования естественных ресурсов одновременно с сохранением качества природной среды.

Экологическая валентность (экологическая пластичность) — степень приспособленности вида к изменениям условий среды. Выражается в разделении организмов на эврибионтов, стенобионтов и мезобионтов, т. е. виды широкой, узкой и средней степени приспособленности.

Экологическая война — способ ведения военных действий, направленных на разрушение природной среды.

Экологическая ниша — см. Ниша экологическая.

Экологическая пирамида — графическое изображение (модель в виде прямоугольников, поставленных друг на друга) убывания численности, биомассы или энергии особей от первого основного звена пищевой цепи (продуцентов) к последнему (консументам). Может быть выражена в единицах массы (сырой или сухой) — пирамида биомассы, числом особей на каждом уровне — пирамида чисел или заключенной в организмах энергии — пирамида энергии. Учение об Э. п. было разработано Элтоном (1934), поэтому она часто называется пирамидой Элтона.

Экологические факторы — элементы среды, оказывающие на организм прямое или косвенное влияние. Подразделяются на биотические, абиотические и антропогенные и воздействуют на организм не изолированно, а в виде сложного комплекса.

Экологический кризис — значительное нарушение устойчивости экосистемы, создающее в ней напряженное состояние и возможность привести ее к полному разрушению.

Экологическое воспитание — формирование у человека убежденности в необходимости бережного отношения к природе, разумного использования ее богатств, правильного взаимодействия общества с природой. Существенную роль в Э. в. играют образовательные учреждения всех уровней, печать, радио, телевидение, кино, музеи, выставки и т. п.

Экология (от греч. oikos — дом, жилище и logos — наука, учение) — наука, изучающая закономерности жизнедеятельности организмов на всех уровнях организации (популяций организмов, видов, биоценозов, экосистем) в их естественной среде обитания с учетом изменений, вносимых деятельностью человека. Более простое определение - наука о взаимоотношениях живых организмов и окружающей среды. Термин предложен в 1866 г. немецким зоологом Э. Геккелем.

Экосистема (от греч. oikos — жилище, дом и systema — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи. Термин предложен А. Тенсли (1935).

Экоцид — химические и любые др. средства воздействия человека, уничтожающие среду обитания живых организмов.

Экстремальные условия (от лат. extremus — крайний) — очень жесткие условия для существования организмов, т. е. условия, находящиеся за пределами их толерантности.

Энергетика экосистемы — совокупность процессов поступления энергии в экосистему, ее преобразования и вывода.

Энтропия экологическая (от греч. entropia — превращение) — необратимое рассеяние энергии экосистемами, или мера связанной энергии, которая не может быть превращена в работу.

Эпизоотия (от эпи... и греч. zoon — животное) — широкое распространение заразной болезни животных. Обычно вызывается внезапным вселением вида с большим биологическим потенциалом или резкими и сильными изменениями среды.

Эрозия (от греч. erosio — разъедаю) — разрушение горных пород (выветривание) и почвы водой, ветром и ледниками. В результате Э. разрушается плодородный слой почвы.

Ядерная зима — возможное общее экологическое последствие испытаний ядерного оружия, ядерной войны. Среди последствий следует выделить выброс огромных масс радиоактивных частиц сажи и пыли в атмосферу, затемнение на недели и месяцы (ядерная ночь) и охлаждение планеты, массовые радиационные поражения, изменение погоды и климата, разрушение озонового слоя Земли, изменение радиационных и экологических свойств тропосферы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Упругость насыщенных паров воды $P_{\text{нп}}(t)$, мм рт. ст.

t, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,05	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,50	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	8,97	9,03	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,59	9,65	9,72	9,78
11	9,85	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,25	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,02	11,09	11,16
13	11,23	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,66	11,76	11,84	11,91
14	11,99	12,07	12,15	12,23	12,30	12,38	12,46	12,55	12,63	12,71
15	12,79	12,87	12,96	13,04	13,12	13,21	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,64	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,63	14,72	14,81	14,91	15,00	15,10	15,19	15,29	15,38
18	15,48	15,58	15,68	15,78	15,87	15,97	16,07	16,18	16,28	16,38
19	16,48	16,59	16,69	16,79	16,90	17,00	17,11	17,22	17,32	17,43
20	17,54	17,65	17,76	17,87	17,98	18,09	18,20	18,31	18,43	18,54
21	18,66	18,77	18,89	19,00	19,12	19,24	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,08	20,20	20,32	20,45	20,57	20,70	20,82	20,95
23	21,07	21,20	21,33	21,46	21,59	21,72	21,85	21,98	22,12	22,25
24	22,38	22,52	22,65	22,79	22,93	23,07	23,20	23,34	22,48	23,62
25	23,76	23,91	24,05	24,19	24,34	24,48	24,63	24,77	24,92	25,07

Приложение 2

Вредные примеси в воздухе	Химическая формула	Предельно допустимая концентрация (ПДК), мг/м ³		Класс опасности
		Максимально разовая (ПДК _{МР}), мг/м ³	Среднесуточная (ПДК _{СС}), мг/м ³	
Пыль	—	0,5	0,15	3
Сернистый ангидрид	SO ₂	0,5	0,05	3
Сероводород	H ₂ S	0,008	—	2
Свинец	Pb	0,0003	—	1
Бенз(а)пирен	C ₂₀ H ₁₂	—	10 ⁻⁶	1

Приложение 3

Вид пыли	Класс опасности	ПДК _{РЗ} , мг/м ³
Табачная, чайная	3	3
Шерстяная, пуховая (содержит более 10% по массе SiO ₂)	4	2
Органическая (с примесью от 2 до 10% по массе SiO ₂)	4	4
Мучная, сахарная (с примесью не менее 22% по массе SiO ₂)	4	6
Зерновая (вне зависимости от содержания SiO ₂)	4	4
Мучная, крахмальная, сахарная (без примесей SiO ₂)	4	10
Элеваторная, зерновых отходов	4	6

Приложение 4

Хромово-кобальтовая шкала цветности

Объем раствора №1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Объем раствора №2, мл	100	99	98	97	95	96	94	92	90	88	84
Цветность, °С	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Приложение 5.

Символ	Характер запаха
А	Ароматный
Б	Болотный
Г	Гнилостный
Д	Древесный
З	Землистый
П	Плесневый
Р	Рыбный
С	Сероводородный
Т	Травянистый
Н	Неопределенный

Приложение 6

Технологии и типичный размер систем	Область применения
Фотопреобразование энергии с использованием гелиотехники. Гелиоконцентраторы с тепловой мощностью от 1 до 500 кВт. Плоские гелиоконцентраторы. Гелиоконцентраторы на вакуумных трубках. Системы сезонного накопления.	Нагрев воды, отопление и охлаждение помещений. Получение тепла для промышленных и сельскохозяйственных целей.
Пассивные гелиоустановки с тепловой мощностью от 1 до 500 кВт.	Освещение, отопление и охлаждение помещений.
Тепловые гелиоустановки мощностью от 4 до 100 МВт. Гелиоконцентраторы с вогнутыми параболическими отражателями. Гелиоконцентраторы с составными параболическими отражателями. Гелиоконцентраторы с фокусирующими линзами.	Получение тепла и электроэнергии для промышленных и сельскохозяйственных целей.
Фотоэлектрические гелиоустановки с мощностью от Вт до МВт (солнечные батареи). Плоские коллекторы, гелиоконцентраторы.	Дистанционное питание, коммунальное электроснабжение.
Фотопреобразование энергии с использованием биомассы (тепловая мощность от кВт до сотен МВт). Прямое сгорание. Анаэробное разложение. Пиролиз, газификация топлива.	Тепловая энергия. Жидкие и газообразные топлива.
Ветроэнергетические установки с мощностью от Вт до МВт. Турбины с вертикальной или горизонтальной осью.	Тепло и электроэнергия.
Геотермальные станции мощностью от десятков кВт до десятков МВт. Термальные воды. Магма.	Тепло и электроэнергия.
Гидроэлектростанции мощностью от десятков Вт до тысяч МВт. Плотинные ГЭС. Деривационные системы.	Промышленное и коммунальное электроснабжение.
Электростанции, использующие энергию океана. Волновые энергоустановки мощностью от Вт до 500 кВт. Приливные станции мощностью до МВт. Преобразование тепловой энергии океана.	Коммунальное и промышленное электроснабжение.

Приложение 7

Значение коэффициента температурной стратификации местности А

Регион	Значение А
Центр Европейской территории России: Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области.	140
Север и северо-запад Европейской территории России, Урал (севернее 52° с.ш.).	160
Европейская территория России и Урала от 50° до 52° с.ш. (Саратовская, Воронежская, Курская, Липецкая, Белгородская, Тамбовская, Оренбургская области).	180
Европейская территория России: районы южнее 50° с.ш. (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края, Калмыкия), Нижнее Поволжье, Кавказ, Азиатская территория России: Дальний Восток, Сибирь.	200
Бурятия и Читинская область.	250

Приложение 8

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Фоновая концентрация вредного вещества в приземном воздухе C_{ϕ} , мг/м ³	0,02	0,9	0,01	0,01	0,01	1,5	0,01	0,01	0,03	0,6
Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, М, г/с	0,8	7,6	0,4	0,2	0,7	7,5	0,3	0,7	0,9	7,6
Объем газовой смеси, выбрасываемой из трубы, Q, м ³ /с	2,4	2,7	3,1	3,3	2,9	2,4	2,8	2,9	3,2	2,4
Разность температур между выбрасываемой смесью и температурой окружающего воздуха ΔT , °С	12	14	16	18	13	15	17	12	16	14
Высота трубы Н, м	21	23	25	22	24	21	23	24	25	21
Диаметр устья трубы D, м	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0
Выбрасываемые вредные вещества	NO	CO	NO ₂	SO ₂	NO	CO	NO ₂	SO ₂	NO	CO
Расстояние от источника $x_1 = 100$ м										
Расстояние от источника $x_2 = 500$ м										

Приложение 9

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в
атмосферном воздухе населенных пунктов

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		Максимальная разовая	Среднесуточная
Диоксид азота NO ₂	2	0,085	0,04
Оксид азота NO	3	0,6	0,06
Диоксид серы SO ₂	3	0,5	0,05
Оксид углерода CO	4	5	3

Приложение 10

Состав движения Р_и, %

Вид транспортного средства	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Легкий грузовой	10	15	10	15	20	10	10	10	15	10
Средний грузовой	10	10	10	15	15	10	10	5	0	10
Тяжелый грузовой (дизельный)	5	5	20	5	10	10	10	5	0	5
Автобус	5	5	10	5	10	15	5	10	5	0
Легковой	70	65	50	60	45	55	65	70	80	75

Приложение 11

Параметры улицы

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Фоновая концентрация окиси углерода С _ф , мг/м ³	0,02	0,9	0,01	0,01	0,01	1,5	0,01	0,01	0,03	0,6
Интенсивность движения, автом./час	500	400	300	400	450	600	300	450	500	400
Тип местности	С	В	А	Д	Е	С	А	Д	С	В
Продольный уклон, °	2	0	4	6	0	8	4	2	8	2
Скорость ветра, м/с	4	2	1	3	5	2	6	3	5	1
Относительная влажность φ, %	70	100	90	40	60	100	40	90	80	50
Тип пересечения	1а	1с	2а	1б	2б	2а	2а	1б	2с	1с

Приложение 12

Значение коэффициента, учитывающего аэрацию местности, K_A

Условное обозначение	Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
A	Транспортные тоннели	2,7
B	Транспортные галереи	1,5
C	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
D	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
E	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4

Приложение 13

Значение коэффициента, учитывающего изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, K_y

Продольный уклон, °	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Приложение 14

Значение коэффициента, учитывающего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра, K_C

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Приложение 15

Значение коэффициента, учитывающего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от влажности воздуха, K_B

Относительная влажность воздуха φ , %	Коэффициент K_B
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Приложение 16

Значение коэффициента, учитывающего увеличение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений

Условное обозначение	Тип пересечения	Коэффициент K_{Π}
1	<u>Регулируемое пересечение:</u>	
1a	светофорами обычное	1,8
1b	светофорами управляемое	2,1
1c	саморегулируемое	2,0
2	<u>Нерегулируемое:</u>	
2a	со снижением скорости	1,9
2b	кольцевое	2,2
2c	с обязательной остановкой	3,0

Приложение 17

Значение коэффициента токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода, K_{Ti}

Тип автомобиля	Коэффициент K_{Ti}
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Приложение 18

Номер варианта	Опасное вещество
0	хлористый водород - HCl
1	окись азота - NO
2	диоксид азота – NO ₂
3	серный ангидрид - SO ₃
4	оксид углерода - CO
5	диоксид углерода – CO ₂
6	фосфорный ангидрид – P ₂ O ₅
7	сероводород –H ₂ S
8	метан – CH ₄
9	фенол- C ₆ O ₆ OH

Приложение 19

Номер варианта	Металл
0	свинец(Pb)
1	мышьяк (As)
2	ванадий (V)
3	ртуть (Hg)
4	хром (Cr)
5	кадмий (Cd)
6	никель (Ni)
7	цинк(Zn)
8	медь (Cu)
9	алюминий (Al)

Приложение 20

Номер варианта	Номера вопросов				
0	10	20	30	40	50
1	1	11	21	31	41
2	2	12	22	32	42
3	3	13	23	33	43
4	4	14	24	34	44
5	5	15	25	35	45
6	6	16	26	36	46
7	7	17	27	37	47
8	8	18	28	38	48
9	9	19	29	39	49

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Маврищев, Общая экология: курс лекций 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2012. - 299 с.
2. Крассов О.И. Экологическое право: учебник: рек. УМО по юр. обр-ю Вузов РФ. / Москва: Норма. ИНФРА-М. 2017. 528 с.
3. Карпенков, С.Х. Экология : учебник / С.Х. Карпенков. - Москва : Логос, 2014. - 399 с. - ISBN 978-5-98704-768-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru>.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности. Под ред. Муравья Л.А. -М.: Юнити, 2000.-447 с.
5. Экологическое право России: учебное пособие : рек. М-вом образования РФ : доп. МВД РФ / под ред. Н. В. Румянцева ; МВД РФ, Департамент кадрового обеспечения, МУ МВД России. - 2-е изд, перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ : Закон и право, 2006. - 367 с.
6. В.В. Тарасов, И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. Мониторинг атмосферного воздуха: учебное пособие: доп. Мин. образ. РФ - М. : Форум, 2010. - 125 с.
7. Железный С.В., Ситников А.И., Экология. Курс лекций. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2021. – 77 с.
8. Железный С.В., Ситников А.И., Короткова Т.Н. Экология: практикум. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2022. – 55 с.
9. Железный С.В., Ситников А.И., Короткова Т.Н. Экология: методические рекомендации. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2022. – 61 с.
10. Мясоедова Т.Н. Промышленная экология : учебное пособие / Т.Н. Мясоедова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 90 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2720-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru>.
11. Акимова Т.А. Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда: Учебник для вузов/ Т.А. Акимова, В.В. Хаскин 2-е изд., перераб. и доп., – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.
12. Коробкин В.И. Экология: учебник В.И.Коробкин, Л.В.Передельский: рек. М-вом образования РФ. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 601 с.
13. Экология и безопасность жизнедеятельности/ Под ред. Л.А. Муравья -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.-447 с.
14. Вернадский В.И. Биосфера/ В.И. Вернадский - М.: Мысль, 1967.

Сергей Владимирович Железный
Александр Иванович Ситников
Татьяна Николаевна Короткова

ЭКОЛОГИЯ

Методические рекомендации

В авторской редакции.
Компьютерный набор А.И. Ситников.
Объем 0,82 Мб.

Воронежский институт МВД России
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53