Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
Калужский филиал

С.М. Жданов, А.П. Коржавый, В.Г. Челенко

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Под редакцией А.П. Коржавого

ИЗДАТЕЛЬСТВО МГТУ им. Н.Э. Баумана
Москва 2009

УДК 502 (631.95)
ББК 40.3
Ж42

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *И.В. Федосеев*;
д-р техн. наук, проф. *С.И. Черняев*

Утверждено методической комиссией КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
(протокол №1 от 14.10.08)

Ж42 **Жданов С.М., Коржавый А.П., Челенко В.Г.** Промышленная экология: Учебное пособие / Под ред. А.П. Коржавого. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 84 с.

В учебном пособии изложены практические вопросы курса дисциплины «Экология», читаемого на всех специальностях технических вузов. Материалы учебного пособия содержат тесты и задачи по теме «Биосфера и человек», рассматривающей основные понятия современной экологии как комплексной дисциплины, где изучается структура и этапы развития биосферы и основные закономерности функционирования экосистем. Приведены антропогенные факторы деградации биосферы, источники физического, химического и биологического загрязнений окружающей среды и их воздействие на качество жизни и здоровье человека.

Выработка навыков решения практических задач по прикладной экологии студентами технических специальностей поможет им в будущем эффективно решать вопросы создания безотходных и экологически безопасных изделий и технологий их производства.

Рекомендовано методической комиссией КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия для студентов технических вузов по машиностроительным и приборостроительным специальностям.

УДК 502 (631.95)
ББК 40.3

© Жданов С.М.,
Коржавый А.П.,
Челенко В.Г., 2009
© Издательство МГТУ
им. Н.Э. Баумана, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Дисциплина «Экология» в соответствии с современным ГОСом введена для всех специальностей технических вузов как ЕН.Ф.05 в качестве обязательного для изучения предмета. Курс «Экология» содержит два основных блока — «Биосфера и человек» и «Глобальные проблемы окружающей среды и природопользования». В качестве основных разделов лекционного материала введены темы: биосфера, экосистемы, техногенные воздействия в системе «биосфера-человек», экология и здоровье человека, экономика природопользования, экологическое право, международное сотрудничество в сфере охраны окружающей среды. Практические вопросы решаются в процессе самостоятельной работы студентов, равной по объему аудиторным занятиям.

Наш опыт преподавания дисциплины «Экология» в техническом университете показал, что большинство самостоятельных работ слабо проработаны. В значительной степени это связано с отсутствием учебника, в котором бы подробно излагалась методика решения задач по экологии. Имеющиеся в настоящее время учебники и учебные пособия имеют «биологический» уклон и с большим трудом осваиваются студентами технических специальностей.

Изданием данного учебного пособия авторы пытались устранить создавшийся пробел в учебной литературе для экологической подготовки инженеров в технических вузах.

В данном учебном пособии, опираясь на знания основных законов экологии и основ природопользования, мониторинга окружающей среды и экологического права, излагаемых в лекциях по дисциплинам «Экология», для развития экологического мышления, приведены особенности решения задач, отобранных из различных опубликованных материалов из списка приведенной литературы.

Эти задачи могут быть использованы при проведении семинарских, практических работ и выполнении домашних заданий по дисциплине «Экология» в технических вузах.

Как показала практика применения тестовых заданий и прикладных задач при изучении дисциплины «Экология» в Калужском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана, качество экологических знаний у студентов технических специальностей возросло, что и дало основание к изданию данного учебного пособия.

А.П. Коржавый, д-р техн. наук, профессор,
лауреат Государственных премий СССР
и Российской Федерации в области науки и техники

1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ КАЛУЖСКОГО ФИЛИАЛА МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА И ОКРЕСТНОСТЕЙ

Для четкой привязки экологических знаний к конкретному месту жительства и будущей работы выпускников вуза важно при проведении практических занятий по «Экологии» сделать упор на особенности региона.

Главный корпус Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана расположен по ул. Баженова, д.2, остальные — размещены компактно по ул. Гагарина и ул. Циолковского. Это левый берег р. Ока, характеризуемый повышенным фоном в окружающей среде (ОС) природного ионизирующего излучения.

Природные (естественные) радионуклиды (калий-40, кальций-48, углерод-14, уран-238, радий-226 и др.) присутствуют практически во всех объектах ОС и организме человека: содержание урана, например, в растениях составляет 10^{-5}–10^{-8}%, радия — 10^{-12}%; содержание радия в животных — 10^{-13}%. Среднее содержание природных радиоактивных элементов в земной коре составляет около 0,1%. Ионизирующее излучение от них (70%) и из космоса (30%) создает фон, воздействию которого человечество подвергалось в течение всего периода своего существования. Интенсивность естественного земного излучения очень сильно варьируется в зависимости от типа грунта, а интенсивность космического — от высоты над уровнем моря.

Контрольный уровень природного радиационного фона на естественных ландшафтах Земли, а также на территории Калужской области в среднем составляет 0,20 мкР/ч. Средний радиационный фон в г. Калуге выше: составляет 14 мкР/ч и, видимо, обусловлен выделением из почвы радона-222.

Радиоактивный инертный газ радон (Rn-222) имеет период полураспада 3,82 суток и образуется при распаде радия-226 (Ra-226), содержащегося в почвах, воде морей и рек. Благодаря газообразному состоянию, радон легко распространяется по порам и трещинам грунтов и выносится с грунтовыми водами. Выделяясь из почвы под зданием, радон может поступать в воздух помещений. Рас-

пад радона приводит к образованию новых радиоактивных элементов (семейство урана) — изотопов полония, астата, висмута, свинца и таллия, которые долго остаются взвешенными в воздухе.

Калуга расположена на территории Подмосковного угольного бассейна, который в соответствии с картой радоноопасности РФ является потенциально неблагополучным. Такое положение определяется наличием близповерхностного залегания радоногенерирующих отложений (визейского яруса нижнекаменноугольного возраста), перекрытых легкопроницаемыми горными породами.

По результатам радонометрического обследования почв и зданий жилой застройки города, проведенного в 1993 г., установлено, что объемная активность почв и грунтов, обусловленная радоном, изменяется от 0,1–2 кБк/м^3 в тяжелых грунтах глинистого состава до 10–20 кБк/м^3 в относительно легкопроницаемых песчаных и супесчаных почвах. В целом по содержанию радона в почвогрунтовом слое примерно 88% территории Калуги относится к безопасной, чередующейся с умеренно опасными участками (12% территории), имеющими объемную активность более 10 кБк/м^3.

Повышенные концентрации радона в почвах и грунтах отмечаются на участках с близповерхностным залеганием известняков, перекрытых четвертичными отложениями малой мощности (0,4–0,8 м). К таким участкам относятся: центральная часть города, участки городской застройки на склонах вдоль левого берега рек Оки, Яченки, Киевки и восточного берега Яченского водохранилища, где наблюдаются выходы известняков на поверхность; локальные участки в п. Секиотово и д. Кукареки. Напорные подземные воды облегчают поступление радона к поверхности (район ул. Широкой–Яченской). На открытой местности радон рассеивается и не создает сколько-нибудь опасных концентраций.

Безопасные нормы объемных активностей радона и его короткоживущих дочерних продуктов в воздухе жилых, производственных и других помещений составляют: для помещений 1-го этажа 100–200 кБк/м^3, для подвалов — 200–400 кБк/м^3. Близкие к вышеуказанным концентрации радона обнаружены в полосе, обрамляющей с востока, юга и запада центральную часть города: шириной 400–1000 м — в восточных и западных и шириной до 1,5–2,5 км — в южных и юго-восточных районах. Значение объемных активно-

стей радона на верхних этажах зданий составляет 2–5 Бк/м^3. Хорошая продуваемость и проветриваемость подвалов, особенно в летнее время, обеспечивает безопасный уровень объемной активности радона даже на потенциально радоноопасных участках.

В Калуге ведется постоянный мониторинг загрязнений ОС промышленными предприятиями и автотранспортом. Поэтому наряду с естественно-природными загрязнителями ОС города под пристальным вниманием специалистов находятся и антропогенные загрязнения.

Оценку вклада отдельных предприятий в приземную концентрацию вредных веществ проводят исходя из значений максимальных приземных концентраций C_m в соответствии с ОНД-86, а также расчетных величин концентраций в расчетных точках в зоне влияния предприятия. Зона влияния предприятия определяется как территория, на которой загрязнение атмосферы от источников выбросов данного предприятия превышает 0,05 ПДК. По Калуге было выбрано 197 расчетных точек. Город имеет плотную жилую застройку, и нормативные санитарно-защитные зоны (СЗЗ) предприятий, расположенных в черте города, накладываются друг на друга и включают в себя жилые постройки. В этом случае определение приземных концентраций для нормирования выбросов на границах СЗЗ предприятий теряет смысл. Поэтому выбирались расчетные точки, расположенные около ближайшего к предприятиям жилья, а также рядом с больницами и детскими учреждениями.

Механизм нормирования выбросов каждого из предприятий реализовывался следующим образом. Компьютерная программа производит поиск по всему массиву расчетных точек по каждому из веществ, выбрасываемых предприятием в атмосферу, выбирая точки, в которых выявлен вклад нормируемого предприятия. Затем в полученной выборке точек выбираются те вещества из числа выбрасываемых предприятием, по которым выявлены превышения соответствующих ПДК. После этого производится анализ вкладов предприятий города в выявленных точках превышения ПДК каждого из веществ с выборкой вкладов нормируемого предприятия по каждому из веществ. На следующем этапе программа анализирует вклад нормируемого предприятия путем сравнения его с сум-

марной концентрацией каждого их выявленных веществ в каждой из точек полученной выборки. При этом если вклад нормируемого предприятия превышает 30% от суммарной концентрации (или превышает ПДК) рассматриваемого вещества хотя бы в одной из точек выборки, то выброс по этому веществу нормируется как временно-согласованный выброс (ВСВ). В случае, когда приземные концентрации веществ, выбрасываемых нормируемым предприятием, не превышают ПДК ни в одной точке города, либо не выполняется описанное выше условие, выброс предприятия нормируется как предельно-допустимый (ПДВ).

По результатам сводного расчета полей приземных концентраций были определены максимально возможные уровни загрязнения в районе расположения промплощадок предприятий при существующем уровне выбросов, а также выявлены вклады рассматриваемых предприятий в загрязнение приземного слоя атмосферы. Были составлены карты рассеивания веществ, для которых выполняется условие целесообразности расчета полей приземных концентраций $\sum C_m > 0{,}1$ ПДК. На картах показаны: район расположения рассматриваемого предприятия, его СЗЗ и прилегающие жилые районы. На карты нанесены изолинии концентраций в долях ПДК по каждому из загрязняющих веществ (различные оттенки красного цвета на картах полей приземных концентраций показывают места превышения ПДК для жилых зон, зеленого — соответствие санитарным нормативам), а также расположение расчетных точек.

Рассмотрим поля приземных концентраций и влияние выбросов на состояние атмосферного воздуха на примере предприятий радиоэлектронной промышленности, расположенных на территории Калуги, таких как: ФГУП «Калужский электромеханический завод» (ФГУП «КЭМЗ»), ФГУП «Калужский завод телеграфной аппаратуры» (ФГУП «КЗТА»), ОАО КЗ «Автоприбор», ФГУП «Калужский НИИ телемеханических устройств» (ФГУП «КНИИТМУ»), входящие в концерн по производству электронных систем управления, а также ОАО «Калужский радиоламповый завод «Восход» (ОАО «КРЛЗ «Восход»), ОАО «Специальное конструкторско-технологическое бюро радиооборудования» (ОАО «СКТБР»), ФГУП «Калугаприбор», ОАО «НИИМЭТ», ОАО НПП «Калужский приборостроительный завод «Тайфун», ОАО «Автоэлектроника».

Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух всеми перечисленными предприятиями составляет почти тысячу тонн в год. Предприятиями РЭП выбрасывается порядка 100 загрязняющих веществ. Деятельность предприятий оказывает значительное влияние на состояние атмосферного воздуха в городе. В результате анализа сводных расчетов полей приземных концентраций загрязняющих веществ, приведенных в Сводном томе ПДВ г. Калуги, были определены максимально возможные уровни загрязнения на территориях в районе расположения предприятий и в прилегающих жилых массивах, а также выявлены вклады каждого предприятия в загрязнение приземного слоя атмосферы.

ФГУП «КЭМЗ» расположен в южной части г. Калуги, в непосредственной близости с жилыми кварталами. Размер СЗЗ составляет 100 м. Однако расстояние от границы предприятия до ближайших жилых домов составляет 20 м. В СЗЗ предприятия попадают жилые дома по улицам Войкова и Спортивной. По данным инвентаризации на предприятии имеется 147 организованных и 4 неорганизованных источника выбросов (посты электросварки), которыми в атмосферу выбрасывается 58 загрязняющих веществ. Общий объем выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ предприятием составляет 315,48 т/год, в том числе: оксида углерода — 233,8 т/год, диоксида азота — 62,7 т/год, оксида азота — 10,1 т/год, взвешенных веществ — 2,2 т/год, ксилола — 1,7 т/год, диоксида серы — 0,87 т/год. Анализ полей приземных концентраций в районе расположения промплощадки ФГУП «КЭМЗ» показывает, что уровень загрязнения атмосферы соответствует нормативным требованиям по всем веществам, кроме диоксида азота. Зона влияния (территория, на которой суммарная концентрация загрязняющего вещества, выбрасываемого всеми источниками предприятия, более 0,05 ПДК) составляет не менее 1146 м от источника, дающего наибольший вклад в загрязнение. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения промплощадки ФГУП «КЭМЗ» диоксидом азота показывает, что наибольший вклад в загрязнение вносят городской автотранспорт и МУП «Калугатеплосеть». Вклад ФГУП «КЭМЗ» в загрязнение диоксидом азота в данном районе менее 0,05 ПДК.

ОАО «Специальное конструкторско-технологическое бюро радиооборудования» (ОАО «СКТБР») находится в ведомствен-

ном подчинении Российского агентства по системам управления (РАСУ). Промплощадка предприятия расположена в северо-восточной части города в промышленной зоне Грабцево. Ближайшие жилые дома расположены на юго-западе в 100 м от границ предприятия. Размер СЗЗ равен 100 м. Таким образом, жилая зона не попадает в СЗЗ промплощадки. На предприятии имеется 75 организованных и 3 неорганизованных (стоянки автотранспорта) источника выбросов загрязняющих веществ. В атмосферный воздух выбрасывается 41 загрязняющее вещество. Общий объем выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ равен 7,004 т/год, в том числе: оксида углерода — 1,4 т/год, ксилола — 0,7 т/год, толуола — 0,9 т/год, бутилацетата — 0,7 т/год, ацетона — 0,6 т/год. Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ОАО «СКТБР» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы соответствует нормативным требованиям по большинству веществ, кроме диоксида азота и соединения свинца. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха в данном районе показывает, что вклад ОАО «СКТБР» в загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота в данном районе менее 0,05 ПДК, в то время как его вклад в загрязнение атмосферы соединениями свинца более 0,05 ПДК и составляет 95% вклада предприятий города. Зона влияния предприятия составляет не менее 2250 м от источника, дающего наибольший вклад в загрязнение. Максимально возможный уровень загрязнения в жилой зоне соединениями свинца составляет 0,78 ПДК, что не превышает нормативов для жилых зон.

ФГУП «Калугаприбор» располагается в северной части города. В санитарно-защитную зону предприятия попадают жилые дома. На ФГУП «Калугаприбор» имеется 242 организованных и 3 неорганизованных источников выбросов (печь для сжигания отходов дерева и бумаги и две автостоянки). Предприятием выбрасывается в атмосферу 61 загрязняющее вещество. Общий объем выбросов равен 80,16 т/год, в том числе: толуол — 3,19 т/год, ацетон — 2,8 т/год, уайт-спирит — 3,7 т/год, бензин нефтяной — 2,4 т/год, взвешенные вещества — 1,7 т/год, азота диоксид — 12,3 т/год, углерода оксид — 37,6 т/год, ксилол — 5,5 т/год. Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ФГУП «Калугаприбор» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рас-

сматриваемой территории соответствует нормативам по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота, пыли древесной, пыли текстолита и пыли фенопластов. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории диоксидом азота показывает, что наибольший вклад в загрязнение вносит городской транспорт, ОАО «КТЗ» и МУП «Калугатеплосеть». В загрязнение пылью древесной наибольший вклад вносят ОАО «ДСП», ОАО «Деревообработка» и ОАО «Калужский ДОК». Вклад ФГУП «Калугаприбор» в загрязнение, как диоксидом азота, так и пылью древесной, менее 2% (менее 0,05 ПДК). Вклад ФГУП «Калугаприбор» в загрязнение пылью текстолита и пылью фенопластов составляет 100%. Приземные концентрации этих веществ превышают 1 ПДК на границе предприятия, в ближайшем жилом массиве (ул. Поселковая) концентрации составляют 0,48 ПДК по пыли текстолита и 0,67 ПДК по пыли фенопластов. По всем загрязняющим веществам на источниках предприятия достигнуты нормативы. По результатам расчетов зона влияния предприятий по стиролу, пыли текстолита и пыли фенопластов составляет не менее 1902 м от источников.

ОАО КЗ «Автоприбор» размещается на трех промплощадках, расположенных в разных частях Калуги. Промплощадка №1 расположена в центральной части города. В санитарно-защитную зону промплощадки попадают жилые дома. Промплощадка №2 расположена по ул. Товарный двор (станция «Калуга-1»). В санитарно-защитную зону промплощадки жилая зона не попадает. Промплощадка №3 расположена в северо-восточной части города в промзоне Грабцево и окружена предприятиями. В санитарно-защитную зону жилая зона не попадает. Размер СЗЗ каждой из площадок равен 100 м. На предприятии имеется 39 организованных и 3 неорганизованных источников (бокс и две автостоянки) выбросов загрязняющих веществ. Предприятием в атмосферу выбрасываются 32 наименования загрязняющих веществ общим объемом 15,82 т/год, в том числе: углерода оксид — 7,7 т/год, азота диоксид — 2,8 т/год, бензин нефтяной — 1,4 т/год, амилены — 0,8 т/год. Анализ полей приземных концентраций ОАО КЗ «Автоприбор» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы соответствует нормативным требованиям по всем веществам, кроме диоксида азота. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмо-

сферного воздуха в районе расположения промплощадки №1 диоксидом азота показал, что наибольший вклад в загрязнение вносят городской автотранспорт и МУП «Калугатеплосеть». Вклад ОАО КЗ «Автоприбор» в данном районе составляет 0,39 ПДК (17,2% вклада). Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения промплощадки №2 диоксидом азота показал, что наибольший вклад в загрязнение вносят ОАО «КТЗ» и городской автотранспорт. Вклад ОАО КЗ «Автоприбор» в загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота в данном районе менее 0,05 ПДК. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения промплощадки №3 диоксидом азота показал, что наибольший вклад в загрязнение вносят городской автотранспорт и ЗАО «КАРЗ». Вклад ОАО КЗ «Автоприбор» в загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота в данном районе менее 0,05 ПДК. По результатам расчета выявлена зона влияния предприятия, которая составляет не менее 177 м от источника, дающего наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

ФГУП «Калужский завод телеграфной аппаратуры» (ФГУП «КЗТА») располагается в юго-восточной промышленной части города. Ближайшие жилые дома расположены на северо-западе и северо-востоке в 100 м от границ предприятия. Размер СЗЗ — 100 м. Таким образом, жилая зона не попадает в СЗЗ промплощадки. На ФГУП «КЗТА» имеется 162 организованных источника выбросов. Предприятием выбрасывается в атмосферу 54 наименования загрязняющих веществ. Общий объем выбросов равен 140,72 т/год, в том числе: диоксида азота — 14,68 т/год, оксида углерода — 67,03 т/год, оксида железа — 4,35 т/год, толуола — 9,08 т/год, ацетона — 11,56 т/год, бутилацетата — 5,74 т/год.

Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ФГУП «КЗТА» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота, ацетона, пыли неорганической (более 70% SiO_2) и пыли древесной. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории показывает, что выбросы диоксида азота обусловлены в основном городским транспортом, выбросы ацетона — работой ООО «Цианус», загрязнение пылью неорганической

(более 70% SiO_2) производит «Благовесть», пылью древесной — ОАО КБ «Сектор», вклад ФГУП «КЗТА» в загрязнение атмосферного воздуха этими веществами незначителен (менее 0,05 ПДК). Зона влияния предприятия составляет не менее 2043 м.

ОАО «Научно-исследовательский институт материалов электронной техники» (ОАО «НИИМЭТ») располагается на двух промплощадках. Основная промплощадка расположена в центральной части города и окружена жилой застройкой. Вторая промплощадка располагается на правом берегу р. Оки в промышленной зоне. ОАО «НИИМЭТ» имеет 42 источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (из них 1 неорганизованный — закрытая стоянка автотранспорта). На основной промплощадке находится 35 источников и 7 источников — на второй. Предприятием выбрасывается в атмосферу 17 загрязняющих веществ. Общий объем выбросов равен 0,266 т/год. Размер СЗЗ составляет 50 м. В санитарно-защитную зону промплощадок жилая зона не попадает. Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ОАО «НИИМЭТ» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рассматриваемой территории соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота и оксида углерода.

Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории диоксидом азота показывает, что наибольший вклад в загрязнение вносят городской автотранспорт и МУП «Калугатеплосеть». Вклад ОАО «НИИМЭТ» в загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота в данном районе незначителен и составляет менее 0,05 ПДК. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы оксидом углерода вносит городской автотранспорт. Вклад ОАО «НИИМЭТ» в загрязнение воздуха оксидом углерода незначителен и по всем выбрасываемым веществам не превышает 0,05 ПДК. Точки максимальных концентраций всех перечисленных загрязняющих веществ расположены за пределами рассматриваемой территории. Зона влияния предприятия (территория, на которой суммарная концентрация загрязняющего вещества, выбрасываемого всеми источниками предприятия, более 0,05 ПДК) находится в пределах каждой из промплощадок.

ОАО «ВОСХОД» – КРЛЗ расположено в северо-восточной промышленной зоне г. Калуги. На ОАО «ВОСХОД» – КРЛЗ име-

ется 101 организованный и 1 неорганизованный источники выбросов (открытая стоянка автотранспорта). Предприятием выбрасывается в атмосферу 40 загрязняющих веществ. Общий объем выбросов равен 11,358 т/год, в том числе: диоксида азота — 1,59 т/год, оксида углерода — 3,65 т/год, ацетона — 1,03 т/год, хлористого водорода — 0,75 т/год, трихлорэтилена — 0,78 т/год, аммиака — 0,41 т/год, перекиси водорода — 0,49 т/год.

Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ОАО «ВОСХОД» – КРЛЗ показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рассматриваемой территории соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота. Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории диоксидом азота показывает, что наибольший вклад в загрязнение вносит городской автотранспорт. Вклад самого предприятия в загрязнение атмосферного воздуха в данном районе незначителен. Точки максимальных концентраций всех перечисленных загрязняющих веществ расположены за пределами рассматриваемой территории.

ОАО НПП «Калужский приборостроительный завод «Тайфун» располагается в северо-восточной части города в промышленной зоне Грабцево. Ближайшие жилые дома расположены на западе в 50 м от границ предприятия. Размер СЗЗ составляет 100 м. Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятии являются 94 организованных и 2 неорганизованных (открытая и закрытая стоянки автотранспорта) источника. В атмосферный воздух выбрасывается 45 загрязняющих веществ. Общий объем выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ равен 110,188 т/год, в том числе: диоксида азота — 37,39 т/год, оксида углерода — 61,14 т/год, оксида азота — 6,07 т/год, хлористого водорода — 1,13 т/год, уайт-спирита — 0,74 т/год, взвешенных веществ — 0,68 т/год.

Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ОАО НПП «Калужский приборостроительный завод «Тайфун» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рассматриваемой территории соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота, соединений свинца, взвешенных веществ и бензола.

Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории показывает, что выбросы диоксида азота и взвешенных веществ обусловлены в основном влиянием городского транспорта, выбросы соединений свинца — работой ОАО «СКТБР» (вклад 100%), загрязнение бензолом вызвано работой ООО «ИВО» (АЗС «Тайфун», 98% вклада), вклад ОАО НПП «Калужский приборостроительный завод «Тайфун» в загрязнение атмосферного воздуха этими веществами незначителен (менее 0,05 ПДК).

ОАО «Автоэлектроника» располагается в северной промышленной части города на территории промплощадки ОАО «КЗАЭ». Ближайшие жилые дома расположены на расстоянии 80 м от границы предприятия. Размер СЗЗ равен 100 м от источников выбросов. Однако в соответствии с СанПиН для ОАО «Автоэлектроника» допустима корректировка размера СЗЗ до 50 м на основании сводных расчетов рассеивания и систематических инструментальных размеров. Таким образом, жилая зона в СЗЗ предприятия не попадает. На предприятии имеется 62 организованных источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, которыми выбрасывается 37 загрязняющих веществ. Общий объем выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ равен 12,322 т/год, в том числе: бензина нефтяного — 2,63 т/год, спирта этилового — 2,54 т/год, спирта н-бутилового — 1,02 т/год, эпихлоргидрина — 0,92 т/год, ацетона — 0,82 т/год, уайт-спирита — 0,68 т/год, пыли полиамида — 0,84 т/год.

Анализ полей приземных концентраций в районе ОАО «Автоэлектроника» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рассматриваемой территории соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота, оксида углерода, спирта бутилового и пыли древесной.

Анализ вкладов предприятий города в загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой территории диоксидом азота показывает, что наибольший вклад в загрязнение вносят ОАО «КЗАЭ» (84% вклада), ОАО «Спецстрой» и городской автотранспорт. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы оксидом углерода на рассматриваемой территории вносят ОАО «КЗАЭ», городской автотранспорт и ООО СК «Монолит». Наибольший вклад в загрязнение атмосферы на рассматриваемой территории спиртом бутиловым вносит ОАО «КЗАЭ» (вклад 97%). Наибольший вклад в загрязнение атмосферы на рассматриваемой территории по пыли

древесной вносит ОАО «СУМ-6» (43% вклада). Вклад ОАО «Автоэлектроника» в загрязнение атмосферного воздуха в данном районе незначителен и составляет менее 0,05 ПДК. Точки максимальных концентраций всех перечисленных загрязняющих веществ расположены за пределами рассматриваемой территории.

ФГУП «Калужский научно-исследовательский институт телемеханических устройств» (ФГУП «КНИИТМУ») — предприятие имеет две производственные площадки, расположенные в центральной части города. Размером СЗЗ 50 м. В санитарно-защитную зону промплощадки №1 попадает жилая застройка на западе и севере. В СЗЗ промплощадки №2 с севера и востока попадают административные здания. На предприятии имеется 58 организованных источников выбросов и 1 неорганизованный источник (стоянка автотранспорта). Предприятием выбрасываются в атмосферу 34 загрязняющие вещества. Общий объем выбросов равен 5,62 т/год, в том числе: диоксида азота — 1,23 т/год, оксида углерода — 2,48 т/год, взвешенных веществ — 0,57 т/год, уайт-спирита — 0,19 т/год, толуола — 0,27 т/год, ксилола — 0,18 т/год.

Анализ рассчитанных полей концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы в районе обеих промплощадок ФГУП «КНИИТМУ» показал, что при существующем уровне выбросов наибольшие значения концентраций составляют: марганец и его соединения, свинец и его соединения, диоксид серы, бутилацетат, масло минеральное нефтяное, взвешенные вещества, пыль древесная, обусловленные влиянием соседних предприятий, а также диоксид азота и оксид углерода, обусловленные влиянием городского автотранспорта. Вклад ФГУП «КНИИТМУ» в загрязнение атмосферного воздуха этими веществами незначителен. Анализ полей приземных концентраций в районе расположения ФГУП «КНИИТМУ» показывает, что уровень загрязнения приземного слоя атмосферы на рассматриваемой территории соответствует нормативным требованиям по всем выбрасываемым веществам, кроме диоксида азота.

Из вышеприведенного видно, что экологическая обстановка в г. Калуге сложная, и для её решения необходимо, чтобы разработчики новых технологий, т.е. нынешние студенты, обладали не только теоретическими знаниями в области прикладной экологии, но и умели решать практические задачи в этом направлении.

2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

Для решения тестовых задач по дисциплине «Экология» достаточно проработки лекционного материала. Задания расположены в соответствии с последовательностью изложения тем. Все термины и определения в тестовых заданиях излагаются в курсе лекций, к которому студенты могут обратиться при выполнении практических задач.

1. Что такое ноосфера?

Варианты ответа:

1) пространство, при наличии которого возможно осуществление процессов саморегуляции и самовосстановления совокупности составляющих экосистему средообразующих компонентов и элементов;
2) эволюционно-исторически сложившаяся совокупность всех видов животных, обитающих на рассматриваемой территории;
3) исторически сложившаяся и динамически развивающаяся совокупность всех видов растений, занимающих определенную территорию;
4) слой атмосферы, в котором возможен постоянный положительный баланс твердых осадков;
5) «сфера разума», высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, когда разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором глобального развития.

2. Что такое уровень радиоактивности?

Варианты ответа:

1) природная концентрация вредных веществ в окружающей среде, определяемая также их местным и дальним переносами, неучитываемыми выбросами стационарных и нестационарных тепловых двигателей, энергетических и технологических агрегатов и машин;
2) часть суммарной солнечной радиации, теряемая земной поверхностью в результате отражения;

3) суммарная интенсивность самораспада радиоактивных элементов в окружающей среде;
4) форма загрязнения, связанная с повышением естественного фона излучения вследствие дополнительного попадания в окружающую среду радиоактивных элементов;
5) ядра нестабильных химических элементов, испускающие заряженные частицы и излучения, которые, попадая в организм человека, разрушают клетки, вследствие чего могут возникнуть различные болезни, в том числе и лучевая.

3. Что такое загрязнение литосферы?

Варианты ответа:

1) поступление в подземные воды антропогенных загрязнителей с поверхности Земли, от свалок, подземного захоронения отходов и других источников;
2) поступление в атмосферный воздух, воду и почву биологических, физических и химических агентов, неблагоприятно изменяющих характеристики среды, окружающей человека;
3) поступление в толщу коренных пород антропогенных загрязнителей;
4) привнесение и возникновение в почве новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение в рассматриваемое время естественного среднемноголетнего уровня концентрации перечисленных агентов;
5) загрязнение, вызванное какими-то естественными, обычно катастрофическими причинами, происходящее вне влияния человека на природные процессы или в результате отдаленного косвенного воздействия людей на природу.

4. Что такое случайное загрязнение?

Варианты ответа:

1) форма физического, обычно антропогенного загрязнения, происходящего в результате повышения температуры среды, главным образом в связи с промышленными выбросами нагретого воздуха, отходящих газов и вод;
2) вызываемое отдельно взятым предприятием или их совокупностью;

3) аварийный, в том числе по технической безграмотности и преступному недосмотру, выброс промышленных газов или сброс сточных вод;
4) загрязнение, обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету;
5) форма антропогенного загрязнения, возникающая при применении пестицидов, фунгицидов, дефолиантов и т.п. агентов, внесении удобрений в количествах, не усваиваемых культурными растениями, сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством.

5. Что такое болотный газ?

Варианты ответа:

1) смесь газов, образующихся в природных условиях при анаэробном микробиологическом разложении органических веществ, главным образом растительных остатков;
2) естественно образующиеся в различных геолого-геохимических условиях горючие газы;
3) газы, выбрасываемые из двигателей внутреннего сгорания;
4) газы, образующиеся при сжигании минеральных или растительных видов топлива;
5) газы, возникающие в технологических процессах и выбрасываемые в окружающую среду.

6. Что такое ноосферология?

Варианты ответа:

1) раздел медицинской географии, исследующий закономерности распространения отдельных болезней человека в различных географических зонах и условиях;
2) объединение глобальных экологической, экономической и социальной подсистем в единое целое;
3) глубокое осознание жизненной необходимости сохранения общей для всего человечества среды обитания;
4) дисциплина, изучающая загрязнение океана;
5) учение о ноосфере, её создании.

7. Что такое стохастичность?

Варианты ответа:

1) географически сплошная область обитания вида;
2) случайность, вероятность, неопределенность происходящих событий, невозможность получить однозначные и точные

сведения о совокупности происходящих процессов, а также судить в деталях о будущем их развитии;

3) возможность и периодичность возникновения землетрясений определенной интенсивности;
4) фитоценозы, нигде не образующие самостоятельных зон и поэтому включаемые в общую растительную зональность;
5) естественная растительность, не подвергавшаяся недавно существенным изменениям со стороны катастрофических природных или антропогенных агентов, т.е., как правило, коренная растительность, но иногда, например в лесу, фактически вторичная — длительно-производный лес.

8. Что представляет собой принцип прерывистости и непрерывности эволюции?

Варианты ответа:

1) процесс эволюционного изменения организмов закономерно прерывается фазами бурного развития и вымирания практически без переходных форм. Перерывы возникают в силу действия принципа катастрофического толчка, обусловленного влиянием внешних надсистемных сил и внутренних факторов развития;
2) виды, объединенные в сообщество, используют все возможности для существования, предоставляемые средой и минимальной конкуренцией между собой и максимальной биологической продуктивностью в условиях данного конкретного местообитания; при этом пространство заполняется с наибольшей полнотой;
3) единичные особи — основатели новой колонии или популяции — несут в себе лишь часть общей генетической информации, присущей виду;
4) подсистемы одной природной системы в своем развитии обеспечивают предпосылки для успешного развития и саморегуляции других подсистем, входящих в ту же систему;
5) два вида могут сосуществовать в одной экологической нише, и если близкие виды вынуждены использовать одни и те же ресурсы, то естественный отбор может благоприятствовать их сосуществованию, и они способны эволюционировать в одном и том же направлении.

9. Что такое экотоп?

Варианты ответа:

1) переходная полоса между физиономически отличимыми сообществами, например опушка леса;
2) местообитание сообщества;
3) совокупность особей любого вида организмов, приспособленная к условиям местообитания и обладающая наследуемыми признаками, обусловленными экологически;
4) преднамеренное разрушение среды обитания всего живого;
5) организм, способный нормально развиваться и жить в очень разных условиях светового режима.

10. Что такое ПДК (предельно допустимая концентрация)?

Варианты ответа:

1) экологический норматив, максимальная концентрация загрязняющего химического вещества в компонентах ландшафта, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени вызывает ряд негативных воздействий на организм человека или другого рецептора;
2) норматив, устанавливающий максимальную разрешаемую дозу выбросов газопылевой смеси для промышленных предприятий;
3) фоновая (природная) концентрация веществ в каком-либо природном теле;
4) максимально возможная плотность особей в популяции.

11. Что определяет ПДУ (предельно допустимый уровень)?

Варианты ответа:

1) максимально допустимую хозяйственную нагрузку на ландшафт;
2) максимально допустимую рекреационную нагрузку на территорию;
3) максимально допустимый уровень физического воздействия (вибрации, шума, излучения и т.п.), при котором не возникает прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека или другого рецептора в течение неограниченно долгого времени;
4) максимальное количество транспорта в единицу времени в городских условиях.

12. Что такое техногенез?

Варианты ответа:

1) прогресс научно-технической вооруженности человека;
2) конструирование технических систем;
3) процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека;
4) развитие транспортной и производственной инфраструктуры какого-либо региона.

13. Что такое мониторинг?

Варианты ответа:

1) соответствующее количество вещества или энергии, поступающее в окружающую среду от определенного источника в единицу времени;
2) изменения в генетическом материале организма, способные передаваться по наследству и имеющие внешнее выражение в изменении физиологических, морфологических и других признаков;
3) слежение за каким-либо объектом или явлением;
4) степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом или на её отдельные экологические компоненты и элементы;
5) способность природной системы практически бесконечно функционировать без резких изменений структуры и функций.

14. Что такое литобиосфера?

Варианты ответа:

1) верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества;
2) слой атмосферы, лежащий над поверхностью планеты на полюсах на высоте 7–8 км, на экваторе — 17–18 км, отличающийся повышенной концентрацией молекул озона, поглощающих ультрафиолетовое излучение, гибельное для живого;
3) часть биосферы, занимающая верхние слои литосферы;
4) гидробиосфера в пределах Мирового океана и его морей; слои литосферы, не испытывающие и ранее никогда не подвергавшиеся какому бы то ни было влиянию живых организмов или биогенных веществ;

5) земная оболочка, состоящая из атмосферы, почвенного и подпочвенного воздуха.

15. Что такое коэффициент эмерджентности?

Варианты ответа:

1) концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного воздействия при круглосуточном вдыхании;
2) диапазон концентраций вредных веществ, которые способны при различной длительности воздействия вызывать гибель подобных животных;
3) степень неожиданности: разница между прогнозом на основе обыденного мышления и результатом машинного эксперимента;
4) любое разрушение чего-либо под влиянием химических агентов или физико-химических факторов;
5) суммирование вредных эффектов от воздействия загрязнителей.

16. Что такое антропогенный стресс?

Варианты ответа:

1) дистресс у животных, возникающий в результате неестественно большого скопления их особей;
2) дистресс, возникающий у животных под влиянием человеческой деятельности;
3) эмоциональное и физическое напряжение, связанное с громкими звуками, особенно с постоянным шумовым дискомфортом;
4) любой фактор, вызывающий стресс;
5) дистресс от воздействия на людей биологического окружения.

17. Что такое трофический уровень?

Варианты ответа:

1) условная социально-экономическая и социально-экологическая категория, характеризующая относительную обеспеченность населения природными, материальными, духовными и социальными благами;
2) совокупность организмов, получающих от автотрофов преобразованную в пищу энергию Солнца и химических реакций через одинаковое число посредников трофической цепи;

3) хозяйственная производительность сельскохозяйственных угодий, определяемая по величине урожая с единицы площади за единицу времени при максимально благоприятных условиях ведения хозяйства;
4) совокупность живых организмов, абиотических тел и явлений природы, существующих независимо от деятельности людей, влияющих на другие живые организмы, абиотические тела и явления, рассматриваемые как центральные в изучаемой системе отношений;
5) тела и силы природы, необходимые для получения конечного продукта прямого и непрямого потребления, но непосредственно не входящие в его состав.

18. Что такое устойчивость системы?

Варианты ответа:

1) изменчивость числа особей вида на протяжении определенного отрезка времени и в пределах определенной амплитуды колебаний, не приводящая к изменению роли этого вида;
2) способность системы оставаться относительно неизменной в течение определенного периода времени вопреки внешним и внутренним возмущениям;
3) готовность человека сохранять природные ценности;
4) совокупность факторов от космических воздействий Вселенной на Солнечную систему до непосредственного воздействия окружающей что-либо среды на отдельную особь, популяцию или сообщество;
5) несоответственно большой отклик экосистемы на относительно слабое воздействие.

19. Что такое техногенный фактор?

Варианты ответа:

1) любая структура или явление, вызывающие сложение некоторой совокупности в систему;
2) любое воздействие, связанное с техническими средствами;
3) любой фактор, рассматриваемый с точки зрения какого-то субъекта, объекта или явления, принимаемого за центральный в наблюдаемой совокупности;
4) фактор, происходящий от химического состава среды, в том числе химического загрязнения;

5) любое условие среды, на которое живое реагирует приспособительными реакциями.

20. Что такое биотехния?

Варианты ответа:

1) относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом;
2) мероприятия по увеличению хозяйственной производительности угодий, направленные на оптимизацию среды для каких-либо эксплуатируемых объектов или сообществ, но не приводящие к коренной перестройке природных систем в агроценозы;
3) сообщество из продуцентов, консументов и редуцентов, входящих в состав одной экосистемы и населяющих один биотоп;
4) глобальное соотношение между изменяемой человеком биосферой и развивающимся человечеством как одним из составляющих этой биосферы;
5) нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенные живыми организмами.

21. Что такое средняя продолжительность жизни?

Варианты ответа:

1) время существования особи от момента рождения до смерти или от деления материнской особи до собственного деления;
2) средний возраст, которого достигают особи данной статистической выборки;
3) время от возникновения вида до полного вымирания его представителей;
4) средний максимальный возраст, достигаемый особями данного вида при наиболее благоприятных условиях существования;
5) средний предельный возраст особей вида в естественных условиях их обитания.

22. Что такое профессиональное заболевание?

Варианты ответа:

1) инфекционная болезнь, передающаяся от больного человека или животного здоровому через животных-переносчиков;
2) болезнь, возникающая исключительно или главным образом в результате неблагоприятных условий труда и профессиональных вредностей;

3) заболевание, относящееся к болезням людей, наблюдающимся длительное время на данной ограниченной территории, обусловленное природными и социальными условиями;
4) болезнь, возникающая под влиянием определенной погоды или в результате длительного воздействия климата, неблагоприятного для данного организма;
5) инфекционная болезнь, возбудитель которой постоянно циркулирует среди определенных видов диких животных, распространяясь членистоногими переносчиками или при непосредственных контактах, укусах и т.п.

23. Что такое адсорбат?

Варианты ответа:

1) тело с большой внутренней или наружной поверхностью, на которой происходит накопление веществ из соприкасающихся с ней газов или растворов;
2) вещество, накопившееся на поверхности адсорбента;
3) поглощение вещества из газообразной среды или раствора поверхностью другого вещества, происходящее под влиянием молекулярных сил;
4) накопление в живых организмах химических веществ, загрязняющих среду обитания;
5) сфера влияния на жизнь гидробионтов искусственных сооружений и жестких границ, возведенных человеком в водной среде.

24. Что такое зона экологической катастрофы?

Варианты ответа:

1) места на поверхности суши и в акваториях океана, где человеческая деятельность может создать опасные экологические ситуации;
2) ареал (территория и (или) акватория), в пределах которого наблюдается переход состояния природы от катастрофической фазы к коллапсу, что делает территорию непригодной для жизни человека;
3) ареал (территория или акватория), в пределах которого наблюдается переход состояния природы от кризисного к критическому;
4) район водозабора или другого источника водоснабжения, где устанавливается особый режим охраны вод от загрязнения

химическими веществами, заражения организмами и проникновения сточных вод;

5) места на поверхности суши и в акваториях океана, где человеческая деятельность может создать опасные экологические ситуации.

25. Что такое экологическая карта?

Варианты ответа:

1) одна из форм составления специальных (тематических) карт;
2) карта или картосхема, отражающая какие-либо показатели состояния среды жизни, её динамики (изменения лесистости, степень засоленности почв, загрязнение местности — общее и отдельными веществами и химическими элементами, экологически неблагополучные регионы — зоны экологического бедствия, экологического риска и т.п.);
3) пространственная модель распространения, динамики, количества и качества отдельного природного или социально-экономического ресурса, их группы или общей совокупности;
4) крупные участки территории суши, в пределах которых наблюдается однотипное воздействие хозяйственной деятельности на природу;
5) список редких и находящихся под угрозой исчезновения организмов: аннотированный перечень видов и подвидов с указанием современного и прошлого распространения, численности и причин её сокращения, особенностей воспроизводства, уже принятых и необходимых мер охраны видов.

26. Что такое биологическая очистка?

Варианты ответа:

1) устранение из сточных вод организмов, взвешенных и растворенных веществ, могущих оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека и природу;
2) обезвреживание отходов с помощью биологических объектов;
3) устранение посторонних примесей из вод с помощью механических, физико-химических и биологических методов;
4) удаление взвешенных в воздухе или жидкости веществ с помощью механических устройств;
5) удаление загрязнителей с помощью химических реагентов и с использованием физико-химических свойств веществ.

27. Что такое иловая площадка?

Варианты ответа:

1) территория, ныне или ранее занятая лесом, а также предназначенная для его выращивания;
2) часть лесной площади, на которой фактически растет лес;
3) место проведения военных действий, учений;
4) территории, предназначенные для биологической очистки сточных вод и обычно используемые для сельскохозяйственных целей;
5) территории, предназначенные для биологической очистки сточных вод от загрязнителей и, как правило, не используемые для других целей.

28. Что такое прогноз воздействия на среду?

Варианты ответа:

1) предсказание устойчивых перемен в природной среде, происходящих в результате сложных природных цепных реакций, связанных как с прямым воздействием человечества на среду, так и с отдаленными косвенными последствиями этих воздействий, включая изменения, нередко принимаемые за чисто естественные;
2) предварительное определение объема природных ресурсов, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот с учетом экономических, социальных, технических и экологических ограничений и возможностей;
3) предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человека;
4) предсказание изменений в природной среде в результате воздействия на нее проектируемого, строящегося или недавно введенного в эксплуатацию производственного предприятия, сооружения или их совокупности;
5) совокупность приемов мышления, логического или трансформированного в машинные программы, позволяющих на основе ретроспективного анализа внешних и внутренних связей, присущих объекту, а также их вероятных изменений в рамках рассматриваемого явления или процесса вынести суждения определенной достоверности относительно его будущего развития.

29. Что такое демографический взрыв?

Варианты ответа:

1) резкое, как правило, многократное увеличение численности особей какого-либо вида, связанное с изменением обычных механизмов её регуляции;
2) совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, вне зависимости от их систематической принадлежности;
3) естественное восстановление природных ресурсов со временем или их культивация;
4) совокупность природных ресурсов и природных условий жизни общества, которые используются в настоящее время или могут быть использованы в будущем;
5) резкое увеличение народонаселения Земли, связанное с изменением социально-экономических и общеэкологических условий жизни.

30. Что такое необратимое изменение среды?

Варианты ответа:

1) перемены в средообразующих компонентах или их сочетаниях, имеющие колебательный характер с восстановлением прежних условий жизни;
2) процесс естественного проникновения и расселения живых организмов в места, где раньше они не обитали;
3) несоответствие между безопасными нормами изъятия природного ресурса из недр и потребностями человечества;
4) обеднение почвы питательными веществами в результате её нерационального использования или в ходе естественной эволюции, ведущее к снижению плодородия почвы;
5) перемена в средообразующих компонентах или их сочетаниях, которая не может быть компенсирована в ходе природных восстановительных процессов.

31. Что такое скрубберы и циклоны?

Варианты ответа:

1) аппараты, применяющиеся в промышленности для очистки выбросов от саже-пылевых частиц;
2) виды тяжелой техники, применяемой в нефтедобывающей промышленности и наносящей исключительный вред проективному покрытию почвы в тундрах;

3) термины, применяющиеся для обозначения вихревых потоков в динамических структурах;
4) аппараты для очистки химических веществ;
5) природные явления.

32. Отличается ли транспирация от физического испарения влаги?

Варианты ответа:

1) принципиальных различий в этих процессах нет;
2) отличается тем, что физическое испарение влаги может происходить независимо от времени суток, растения же транспирируют только в определенные часы;
3) отличается тем, что транспирация — это регулируемый растением процесс, интенсивность испарения влаги при котором зависит как от условий окружающей среды, так и от свойств самого растения;
4) физическое испарение влаги зависит только от условий окружающей среды.

33. Что такое региональное загрязнение?

1) поступление в среду загрязнителей, непосредственно образующихся в ходе естественных, природно-антропогенных и чисто антропогенных процессов;
2) загрязнение, вызываемое отдельно взятым предприятием или их совокупностью;
3) превышение естественного уровня шума и ненормальное изменение звуковых характеристик на рабочих местах, в населенных пунктах и других местах вследствие работы транспорта, промышленных устройств, бытовых приборов, поведения людей или других причин;
4) загрязнение, связанное с изменением физических параметров среды;
5) загрязнение, обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету.

34. Что такое природный агент?

Варианты ответа:

1) условное понятие, используемое для обозначения видов животных, растений, грибов и микроорганизмов, вызывающих хозяйственно или экологически значимые для человека нарушения жизнедеятельности полезных растений;

2) организм, живущий на поверхности суши в условиях среды свободной атмосферы, т.е. все наземные существа;
3) организм — представитель аэробиосферы, постоянно живущий и размножающийся в пределах аэробиосферы планеты;
4) совокупность организмов, обитающих на суше;
5) любое начало (физическое, химическое, биологическое), так или иначе воздействующее на рассматриваемый объект или явление.

35. Что такое флотационная очистка?

Варианты ответа:

1) извлечение из питьевой воды механических примесей, вредных химических спутников и добавок, устранение неприятных запахов, цветности и снижение до безопасного уровня количества болезнетворных микроорганизмов;
2) извлечение их сточных вод загрязнителей, в основном органических веществ, путем культивирования микроорганизмов, разлагающих эти вещества до минеральных или более простых, легко распадающихся органических соединений;
3) обезвреживание отходов с помощью биологических объектов;
4) удаление легко осаждающихся и всплывающих веществ техническими устройствами и методами;
5) очистка твердого топлива и рудных материалов от балластных, вредных и других нежелательных примесей.

36. Что такое аэрозоль?

Варианты ответа:

1) организмы, способные жить лишь в среде, содержащей кислород;
2) организмы, взвешенные в воздухе;
3) естественное или искусственное поступление воздуха в какую-нибудь среду;
4) искусственное сооружение в виде проточного резервуара для биологической очистки сточных вод;
5) взвешенные в газообразной среде частицы твердых или жидких веществ.

37. Что такое дегенерация?

Варианты ответа:

1) постепенное ухудшение свойств почвы, вызванное изменением условий почвообразования в результате естественных

причин или хозяйственной деятельности человека и сопровождающееся уменьшением содержания гумуса, разрушением почвенной структуры и снижением плодородия;
2) процесс обезвоживания организма, который влечет за собой понижение его жизнедеятельности, а в дальнейшем даже гибель;
3) выделение воды из любого вещества;
4) удаление радиоактивного загрязнения с поверхности предметов, сооружений и т.п.;
5) вырождение, ухудшение из поколения в поколение свойств какого-либо организма в результате неблагоприятных условий существования.

38. Что такое кислотность почвы?

Варианты ответа:

1) степень соответствия природных условий потребностям людей и других живых организмов;
2) количество образующихся загрязнителей на единицу получаемой продукции или на единицу интенсивности определенного вида деятельности;
3) многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере;
4) химические элементы, необходимые для роста и развития растений в небольших количествах;
5) концентрация ионов водорода в почвенном растворе и в почвенном поглощающем комплексе.

39. Что такое коротковолновая радиация?

Варианты ответа:

1) область спектра солнечных лучей, оказывающая наибольшее физиологическое воздействие на растения;
2) прямая и рассеянная солнечная радиация в диапазоне длин волн от 0,17 до 4 мкм, включая ближнее ультрафиолетовое, видимое и ближнее инфракрасное излучение;
3) поток гамма-лучей и нейтронов, обладающих большой проникающей и поражающей организмы способностью;
4) электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца;
5) естественные излучения, которые приводят к ионизации электрически нейтральных атомов и молекул.

40. Что означает выражение «биосфера и человек»?

Варианты ответа:

1) мероприятия по увеличению хозяйственной производительности угодий, направленные на оптимизацию среды для каких-либо эксплуатируемых объектов или сообществ;
2) глобальное соотношение между изменяемой человеком биосферой и развивающимся человечеством как одним из составляющих этой биосферы;
3) совокупность природных ресурсов и природных условий жизни общества;
4) качественная оценка отдельных природных ресурсов, их территориальных сочетаний или совокупностей;
5) образное название экологических затруднений, вызываемых плохим учетом законов, правил; и принципов экологии и природопользования, игнорированием экологических ограничений в развитии общества.

41. Что такое отработанные газы?

Варианты ответа:

1) выбрасываемые из двигателей внутреннего сгорания газы, содержащие большое количество горючих компонентов;
2) газы, возникающие в ходе технологических процессов и выбрасываемые в окружающую среду;
3) продукты сгорания, выбрасываемые в дымовую трубу;
4) газы, образующиеся при сжигании минеральных или растительных видов топлива;
5) дождь и снег, подкисленные из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов.

42. Что такое рекреационная емкость?

Варианты ответа:

1) количество домашних или диких животных, способных жить и нормально размножаться на единице площади данного угодья в течение неопределенно долгого времени;
2) размер способности привлекательной для отдыха территории или акватории обеспечивать некоторому числу отдыхающих психофизиологический комфорт и спортивно-укрепляющую деятельность без деградации природной среды или антропокультурных комплексов;

3) размер земельной площади, необходимой для выпуска единицы рассматриваемой продукции;
4) размер способности природного или природноантропогенного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность определенному числу организмов или их сообществ без заметного нарушения самого окружения;
5) пределы физико-химических возможностей среды, исчерпание которых в процессе хозяйственной деятельности приводит к нежелательным изменениям в ней.

43. Что такое авиационный шум?

Варианты ответа:

1) громкий звук, вызывающий неприятное ощущение и оказывающий негативное воздействие на физическое и психологическое состояние человека, изменяя его поведение;
2) шум, создаваемый работой двигателя и аэродинамическими характеристиками самолета;
3) шум, возникающий в бытовых помещениях от работы радиоаппаратуры, бытовых приборов и поведения людей;
4) шум, создаваемый в производственных помещениях работающими механизмами и машинами;
5) шум, создаваемый моторами, колесами, тормозами и аэродинамическими особенностями транспортных средств.

44. Что такое ядохимикат?

Варианты ответа:

1) химическое вещество, используемое для борьбы с нежелательными в хозяйственном или медицинском отношении организмами;
2) любое ядовитое вещество, выбрасываемое промышленным предприятием или образующееся в результате взаимодействия веществ, выброшенных этими предприятиями;
3) форма антропогенного загрязнения, возникающая при применении пестицидов, фунгицидов, дефолиантов и т.п. агентов, внесении удобрений в количествах, не усваиваемых культурными растениями, сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством;
4) химическое соединение, используемое для защиты растений, сельскохозяйственных продуктов, древесины, изделий из шер-

сти, хлопка, кожи, для уничтожения эктопаразитов животных и для борьбы с переносчиками опасных заболеваний;

5) общее наименование ядовитых или отпугивающих препаратов, применяемых при окуривании сельскохозяйственных угодий, скотных дворов, складов и бытовых помещений.

45. Что такое психологическая совместимость?

Варианты ответа:

1) способность человека безболезненно переносить постоянное присутствие другого лица;
2) способность двух или нескольких популяций разных видов обитать в пределах очень близких экологических ниш;
3) система сложившихся представлений людей о значении предметов и явлений окружающего мира в их жизни;
4) обратное воздействие чего-либо на то, что воздействует на него, в том числе обратное воздействие управляемого процесса на управляющий орган;
5) широкий взаимовыгодный обмен услугами, создающий условия для улучшения труда, быта, отдыха, всего комплекса здоровья человека.

46. Что такое циклон?

Варианты ответа:

1) область в атмосфере с пониженным давлением и циркуляцией воздуха против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой стрелки в Южном;
2) морские гравитационные волны большой длины, возникающие главным образом при подводных землетрясениях в результате сдвига вверх или вниз протяженных участков дна;
3) ветер силой в 12 баллов и более по шкале Бофорта;
4) очень сильный ветер, по шкале силы ветра Бофорта 10–11 баллов, т.е. 25–28 и 29–32 м/с, несущий твердые частицы, выдуваемые в одних местах и наметаемые в других;
5) подъем ветром солей с высыхающего дна Аральского моря и перенос их в сторону земледельческих районов.

47. Что такое стихийное явление?

Варианты ответа:

1) явление, вызывающее стресс у человека или у животного;

2) событие или цепь событий, обусловленные природными абиотическими и (или) биотическими причинами и вызвавшие изменения в среде обитания или оказавшие воздействия на какие-либо объекты и организмы, включая человека;
3) антропогенное воздействие, обусловившее изменение среды жизни, обычно значимые для биоты, в том числе и для самого человека;
4) событие, прямо или косвенно вызванное хозяйственной деятельностью человека или его поведением;
5) любое природное явление обычно значительной выраженности от смены дня и ночи до тайфуна или засухи.

48. Что такое аккумуляция загрязнителей организмами?

Варианты ответа:

1) непосредственные взаимоотношения организмов в сообществах с переносом энергии вещества от одной особи к другой;
2) приспособление организмов к изменившимся географическим условиям существования;
3) состояние повышенной и (или) извращенной реактивности животного организма по отношению к определенным веществам преимущественно органическим, развивающееся при повторном воздействии этих веществ;
4) влияние окружающих организмов абиотической и биотической среды, в том числе особей того же вида, на организм и обратное воздействие организма на среду его обитания;
5) накопление в живых организмах химических веществ, загрязняющих среду обитания, в результате усвоения их в процессе питания.

49. Что такое функция соотношения окисленных и восстановленных форм химических элементов в той или иной среде?

Варианты ответа:

1) число Вольфа W ;
2) коэффициент эмерджентности;
3) редокспотенциал Eh ;
4) постоянная Больцмана;
5) постоянная Планка h .

50. Отличается ли ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) от предельно допустимой концентрации (ПДК)?

Варианты ответа:

1) ОДК — норматив, устанавливаемый по принципу «от достигнутого», т.е. такая норма, которую возможно обеспечить при допустимом уровне затрат и имеющихся технических возможностях;
2) ОДК и ПДК определяют содержание в компонентах окружающей среды различных групп загрязнителей;
3) никаких различий между этими двумя нормативами нет;
4) в целом это аналогичный ПДК норматив, но ОДК является непостоянным гигиеническим нормативом, определяемым, как правило, расчетным способом;
5) ОДК — это постоянный гигиенический норматив; ПДК — норматив, определяемый расчетным способом.

51. Как называется научная дисциплина, исследующая взаимодействия и взаимосвязи человеческого общества с природной средой, разрабатывающая научные основы рационального природопользования, предполагающие охрану природы и оптимизацию жизненной среды человека?

Варианты ответа:

1) социальная экология;
2) медицина;
3) этология;
4) консорция;
5) мониторинг.

52. Как называется научная дисциплина, рассматривающая общие законы взаимоотношения биосферы и антропосистемы, влияние природной среды на отдельного человека и группы людей?

Варианты ответа:

1) экология человека;
2) психология развития;
3) психофизиология;
4) обучение экологическое;
5) обучение природоохранное.

53. Как называется наука, которая изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения это-

го процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов?

Варианты ответа:

1) прикладная экология;
2) география;
3) геоэкология;
4) генная инженерия;
5) инженерия экологическая.

54. Как называются все те формы деятельности человека, которые воздействуют на естественную природную среду, изменяя условия обитания живых организмов, или непосредственно влияют на отдельные виды растений и животных?

Варианты ответа:

1) антропогенные факторы;
2) социальные факторы;
3) антропоморфические факторы;
4) психофизиологические факторы;
5) физические факторы;
6) тератогенные факторы.

55. Как называется ситуация (транспортная или производственная), которая не была предусмотрена и повлекла за собой существенные действия на окружающую среду?

Варианты ответа:

1) агробиоценоз;
2) аэропоника;
3) авария экологическая;
4) авторегуляция в природе;
5) агрессивная среда.

56. В чем проявляется эффект экологического дублирования?

Варианты ответа:

1) негативные факторы, воздействующие на систему, могут суммироваться;
2) возможна относительная функциональная взаимозаменяемость популяций (ценопопуляций), видов одной трофической группы в системе;
3) возможно детальное повторение ландшафта генеза;

4) два вида, близких по требованиям к условиям среды, могут сосуществовать в одной экологической нише;
5) в возникновении двух одинаковых экологических ситуаций.

57. Что такое интенсивность природопользования?

Варианты ответа:

1) преднамеренный или случайный перенос особей какого-либо вида за пределы его ареала;
2) успешное внедрение какого-то чуждого вида в местные природные комплексы;
3) степень использования природных ресурсов и мера эффективности этого использования для общества;
4) эксплуатация земельных площадей с получением нескольких видов продукции и естественных ресурсов;
5) комплекс фиксируемой информации об имеющихся биологических ресурсах в их функционально-структурной связи, формах и возможностях их изъятия в хозяйственных целях.

58. Что такое нейтрализация отходов?

Варианты ответа:

1) изменение природных, природно-антропогенных или социальных условий, превышающее или не превышающее биологические или социально-экономические способности человека к адаптации;
2) установление пределов, в которых допускается изменение естественных свойств среды;
3) их физическая, химическая и (или) биологическая обработка с целью снижения или полного устранения вредного воздействия на среду жизни;
4) качественно-количественный показатель, соблюдение которого гарантирует безопасные или оптимальные условия существования человека;
5) совокупность процессов первичной переработки минерального сырья для получения технически ценных или пригодных для дальнейшей переработки продуктов.

59. Что такое балансовые запасы полезного ископаемого?

Варианты ответа:

1) количество гравитационной воды, которое находится в порах, пустотах и трещинах водоносных горизонтов горных пород;

2) выявленное и экономически оцененное количество полезных ископаемых в земных недрах, добыча которых в настоящее время хозяйственно нецелесообразна из-за низкого содержания полезного компонента, большой глубины залегания, сложности извлечения или обогащения, геологических условий разработки, удаленности от промышленных центров и т.п. причин;
3) ископаемые, использование которых согласно утвержденным кондициям экономически целесообразно при существующей или осваиваемой промышленностью технике и технологии добычи и переработки сырья с соблюдением требований по рациональному использованию недр и охране среды окружающей человека;
4) ископаемые, использование которых согласно утвержденным кондициям экономически нецелесообразно, технически невозможно или экологически опасно, но в перспективе они могут быть использованы;
5) вероятные количества полезных ископаемых в земных недрах, требующие натурного выявления и экономической оценки.

60. Какие виды ответственности предусмотрены законодательством РФ за правонарушения в сфере природопользования и природоохраны?

Варианты ответа:

1) административная;
2) имущественная;
3) уголовная;
4) дисциплинарная
5) все вышеперечисленные виды ответственности, за исключением имущественной ответственности.

61. Что такое преобразование природы?

Варианты ответа:

1) любые хозяйственные акции и их размах;
2) любые явления, связанные с заметным воздействием человека на природу, обратным влиянием природы на человека и его экономику, жизненно и хозяйственно значимыми процессами, обусловленными естественными причинами;

3) антропогенное изменение сложившегося экологического равновесия для увеличения биологической продуктивности или хозяйственной производительности природных комплексов;
4) предварительное определение объема природных ресурсов, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот с учетом экономических, социальных, технических и экологических ограничений и возможностей;
5) совокупность приемов мышления, логического или трансформированного в машинные программы, позволяющих на основе ретроспективного анализа внешних и внутренних связей, присущих объекту, а также их вероятных изменений в рамках рассматриваемого явления или процесса вынести суждения определенной достоверности относительно его будущего развития.

62. Что такое «экологический бумеранг»?

Варианты ответа:

1) непреднамеренное изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственными мероприятиями;
2) непосредственное, но не всегда планируемое и желаемое изменение природы в ходе хозяйственной деятельности;
3) название экологических затруднений, вызываемых плохим учетом законов, правил и принципов экологии и природопользования, игнорированием экологических ограничений в развитии общества;
4) явление повышенной заболеваемости жителей городских районов, где условия среды жизни объективно как будто бы намного лучше, чем те, в которых жили переселенцы ранее;
5) ухудшение природной среды вокруг человека.

63. Что такое «антропогенная нагрузка»?

Варианты ответа:

1) соотношение силы антропогенных воздействий и степени восстановительных способностей природы;
2) степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или на её отдельные экологические компоненты и элементы;
3) степень непосредственного влияния отдыхающих людей, их транспортных средств, строительства временных и дачных

жилищ и других сооружений на природные комплексы или рекреационные объекты;

4) размер дополнительной тепловой энергии, поступающей от промышленности, коммунального и сельского хозяйства, на единицу площади территории или объема водного бассейна;
5) любое изменение природных, природно-антропогенных или социальных условий, превышающее или не превышающее биологические или социально-экономические способности человека к адаптации.

64. Что такое первичное загрязнение?

Варианты ответа:

1) загрязнение, вызываемое отдельно взятым предприятиям или их совокупностью;
2) поступление в среду загрязнителей, непосредственно образующихся в ходе естественных, природно-антропогенных и чисто антропогенных процессов;
3) загрязнение, обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету;
4) форма антропогенного загрязнения, возникающая при применении пестицидов, фунгицидов, дефолиантов и т.п. агентов, при внесении удобрений в количествах, не усваиваемых культурными растениями, при сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством;
5) загрязнение, связанное с изменением физических параметров среды: температурно-энергетических, волновых, радиационных.

65. Что такое особоохраняемый объект?

Варианты ответа:

1) любое ограниченное по площади место, обладающее особо привлекательными для отдыха свойствами;
2) пространственно ограниченный комплекс конкретных природных ресурсов, для которого характерны взаимообусловленное использование ресурсов в рамках имеющихся или планируемых технологий, относительная однородность природно-экономических условий развития хозяйства, его специализации, технической вооруженности, обеспеченности материальными и трудовыми ресурсами;

3) культивация на свободных от застройки и дорог пространствах населенных мест и их окрестностей дикорастущих и (или) окультуренных растений для улучшения качества среды;
4) памятник архитектуры или памятник природы, находящийся под охраной закона или обычаев;
5) ландшафтно-экологический, биологический или физико-химический запрет, связанный с фактически происходящим или предполагаемым неблагоприятным воздействием хозяйственного мероприятия на среду обитания, природно-ресурсный потенциал местности или технологические процессы в смежных отраслях хозяйства.

66. Что такое ущерб от загрязнения среды?

Варианты ответа:

1) не превышающий порог чувствительности среды или быстро компенсируемый в ходе процессов её саморегуляции, т.е. не выходящий за предел устойчивости природных систем, физических и генетических возможностей людей, а потому эколого-социально-экономически не ощутимый ни в настоящем, ни в будущем, не отражающийся на здоровье нынешних и грядущих поколений человека;
2) превышающий порог чувствительности среды и не компенсируемый процессами её быстрого саморегулирования, т.е. нарушающий сверх нормы устойчивость, способность противостоять внешним воздействиям;
3) её эколого-социально-экономически значимое искусственное изменение;
4) фактические и возможные экономические и социальные убытки народного хозяйства и общества, связанные с загрязнением среды обитания;
5) экономические и исчисляемые в денежном выражении внеэкономические потери общества, которых можно было бы избежать при оптимальном состоянии природной среды, выводимой из этого состояния техногенными воздействиями.

67. Что такое экологическая революция?

Варианты ответа:

1) один из этапов резкого ускорения социально-экономического и технологического общественного развития, обусловленный обострением ресурсной ситуации и необходимостью удовлетворения потребностей растущего человечества, выходящих за рамки имевшихся экстенсивных форм использования природных, материальных и трудовых ресурсов;
2) качественное изменение производительных сил общества на основе превращения навыков в ведущий фактор общественного развития, непосредственную производительную силу;
3) искусственное возвращение в какую-либо местность ранее исчезнувшего там вида живого;
4) ответная реакция человечества на кризисное состояние системы «человек–биосфера»;
5) цепь природных явлений, каждое из которых влечет за собой изменение других связанных с ним явлений.

68. Что такое «зона особо ранимой природы»?

Варианты ответа:

1) частичная охрана природного комплекса, обеспечивающая сохранение объекта, группы объектов или ландшафта в целом;
2) природная особоохраняемая территория с заповедным или заказным режимом;
3) полное невмешательство людей в природные процессы или ограниченное их вмешательство;
4) территория или акватория для складирования и (или) захоронения твердых бытовых и промышленных отходов;
5) регион, где природные системы особенно уязвимы к антропогенным воздействиям или где последние уже привели к нарушению экологического равновесия до такой степени, что необходимы особые, щадящие формы природопользования.

69. Связаны ли между собой такие показатели, как индекс опасности вещества и класс опасности вещества?

Варианты ответа:

1) связаны: индекс опасности вещества служит основой для присвоения веществу определенного класса опасности;

2) эти понятия означают одно и то же;
3) никак не связаны;
4) связаны: класс опасности является основанием, по которому устанавливается индекс опасности вещества.
5) связаны: индекс опасности вещества является следствием класса опасности вещества.

70. Что такое глобальная проблема?

Варианты ответа:

1) любые явления, связанные с заметными воздействием человека на природу, обратным влиянием природы на человека и его экономику, жизненно и хозяйственно значимыми процессами, обусловленными естественными причинами;
2) кратковременное резкое нарушение технологических циклов или способов использования природных ресурсов, обычно ведущее к неблагоприятным последствиям вплоть до катастрофы геологической;
3) деградация природы (замена прежде существовавших экосистем на менее продуктивные);
4) степень вероятности перехода экологически благоприятной, конфликтной и проблемной ситуации в кризисную;
5) природное, природно-антропогенное или чисто антропогенное явление, затрагивающее мир в целом.

71. В чем заключается закон физико-химического единства живого вещества, открытый В.И. Вернадским?

Варианты ответа:

1) в связи с постоянным изъятием урожая и нарушением естественных процессов почвообразования, а также при длительной монокультуре в результате накопления токсичных веществ, выделяемых растениями, на культивируемых землях постепенно происходит снижение плодородия почв;
2) лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору;
3) в экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании, особенно в биотическом сообществе,

все входящие в нее виды живого и абиотические экологические компоненты функционально соответствуют друг другу;

4) процессы, идущие в зрелых равновесных системах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют тенденцию к замедлению;
5) все живое вещество Земли физико-химически едино.

72. Что такое природоохранное право?

Варианты ответа:

1) группа закономерностей, носящих черты естественно-исторических законов, нормативов и определяющих взаимосвязь организмов со средой;
2) сроки, орудия добычи, половозрастной состав и количество разрешаемых к добыче особей, устанавливаемые в законодательном и (или) ведомственном порядке;
3) площадь и конфигурация вырубок, допустимая степень изъятия с них древесины, максимальная высота оставляемого пня и другие нормативы, устанавливаемые в законодательном или ведомственном порядке;
4) виды рыб, сроки, места, орудия промысла и другие нормативы, устанавливаемые в законодательном и (или) ведомственном порядке;
5) раздел международного права и правовой охраны природы внутри государства, разрабатывающий юридические основы сохранения природных ресурсов и среды обитания.

73. Что такое эколого-социально-экономический ущерб?

Варианты ответа:

1) неоправданное снижение природно-ресурсного потенциала развития общества, ведущее к социально-экономическому ущербу;
2) фактические и возможные экономические и социальные убытки народного хозяйства и общества, связанные с загрязнением среды обитания, а также дополнительные затраты на ликвидацию отрицательных последствий загрязнения;
3) эколого-социально-экономически значимое искусственное изменение окружающей среды;
4) ущерб, не превышающий порог чувствительности среды или быстро компенсируемый в ходе процессов её саморегуляции;

5) ущерб, превышающий порог чувствительности среды и не компенсируемый процессами её быстрого саморегулирования.

74. Что нормируют такие нормативы, как предельно допустимый выброс (ПДВ) и предельно допустимый сброс (ПДС)?

Варианты ответа:

1) одно и то же;
2) ПДС устанавливает для хозяйствующих субъектов предельно допустимую массу вещества в отходящей газопылевой смеси, а ПДВ — массу вещества в сточных водах, допустимую к отведению;
3) ПДВ устанавливает для хозяйствующих субъектов предельно допустимую массу веществ в отходящей газопылевой смеси, а ПДС — массу вещества в сточных водах, допустимую к отведению;
4) ПДВ устанавливает среднесуточный режим газовых выбросов, ПДС определяет величину аварийного сброса газов из ресиверов-накопителей предприятия;
5) данные нормативы практически идентичны.

75. Какой норматив выступает основой для определения предельно допустимых выбросов (сбросов), предельно допустимого поступления вещества?

Варианты ответа:

1) предельно допустимый уровень;
2) экономический порог вредоносности;
3) предельно допустимая концентрация;
4) показатель видового разнообразия;
5) нет определенного норматива.

76. Любая живая система, как бы сложно она ни была организована, проявляется на уровне функционирования биологических молекул — биополимеров: нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов, а также других важных органических веществ. С этого уровня начинаются важнейшие процессы жизнедеятельности организма: обмен веществ, превращение энергии, передача наследственной информации и др. Как называется этот уровень?

Варианты ответа:

1) молекулярный;

2) атомный;
3) протоплазменный;
4) биотический;
5) абиотический.

77. Как называется поток корпускулярной или электромагнитной энергии?

Варианты ответа:

1) нагрузка антропогенная;
2) концентрация фоновая;
3) радиация;
4) пыль;
5) радиоактивное загрязнение.

78. Что такое круговорот минеральных веществ?

Варианты ответа:

1) процесс освобождения и связывания диоксида углерода, идущий по двум циклам;
2) количественное выражение максимальной концентрации одного или нескольких поллютантов;
3) обмен химическими веществами между живым веществом, атмосферой, гидросферой и литосферой, а также внутри этих образований;
4) многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе в тех слоях, которые входят в биосферу планеты;
5) обращение воды на Земле, начинающееся выпадением атмосферных осадков, продолжающееся поверхностным и подземным стоками, фильтрацией, испарением, переносом водяного пара в атмосферу и вновь происходящими атмосферными осадками.

79. Что такое динамическое равновесие?

Варианты ответа:

1) обратимые изменения экосистем, вызванные непостоянными внешними факторами, с постепенным возвратом к практически исходному состоянию;
2) одна из форм периодических изменений в биотическом сообществе;
3) состояние относительного равновесия экологических систем, находящихся под действием внешних и внутренних сил;

4) размер способности природного или природно-антропогенного окружения, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность определенному числу организмов и их сообществ без заметного нарушения самого окружения;
5) способность экосистемы выдерживать резкие колебания абиотической среды, массовое размножение или длительное исчезновение отдельных видов или антропогенные нагрузки.

80. Что такое способность к самоочищению?

Варианты ответа:

1) свойство твердых, жидких и газообразных тел улавливать из среды и удерживать газы, пары и растворенные вещества;
2) поглощение твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды;
3) свойство разлагать загрязнители до усвояемых живыми организмами и вовлекаемых в биотический круговорот веществ;
4) способность экосистемы противостоять внутренним абиотическим и биотическим факторам среды, включая антропогенные воздействия;
5) последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных факторов или воздействия человека.

81. Что такое термодинамический кризис?

Варианты ответа:

1) напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы или крупного её подразделения;
2) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальными и региональными естественно происходящими процессами;
3) относительная нехватка источников энергии для удовлетворения хозяйственных и бытовых нужд;
4) возможный перегрев приземной атмосферы в результате получения энергии в количествах, существенно превышающих естественное рассеивание тепла Землей;

5) концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного воздействия при круглосуточном вдыхании.

82. В чем заключается закон константности В.Н. Вернадского?

Варианты ответа:

1) в соперничестве с другими системами выживает (сохраняется) та из них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и использует максимальное её количество наиболее эффективным способом;
2) организмы (в том числе человек) находятся в диалектическом единстве со средой их обитания. Основой такого единства служит обмен между организмами и окружающей их средой веществом и информацией, а также их общее участие в проведении и распределении потока энергии;
3) виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов;
4) количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа;
5) выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т.е. жизненные возможности лимитирует тот экологический фактор, количество которого близко к необходимому организму или экосистеме минимуму и дальнейшее снижение которого ведет к гибели или деструкции экосистемы.

83. Что такое естественное равновесие?

Варианты ответа:

1) вторичное природное равновесие, возникающее на основе баланса качественно и количественно измененных человеком экологических компонентов и природных процессов;
2) равенство атомов и (или) молекул, переходящих из одной среды в другую среду;
3) состояние динамического баланса, т.е. непрерывного вещественно-энергетического обновления с относительным сохранением основных качественно-количественных характеристик, постепенно изменяющееся в эволюционном, исто-

рическом и индивидуальном планах вплоть до перехода в качественно иное состояние или в фазу дисбаланса, означающего разрушение, смерть;

4) первичное экологическое равновесие, образующееся на основе баланса не измененных или слабо измененных человеческой деятельностью средообразующих компонентов и природных процессов;
5) непрерывно изменяющееся соотношение между природными ресурсами и естественными условиями и степенью их использования и видоизменения человеком, определяемое развитием производительных сил и характером производственных отношений.

84. Что такое энергетический баланс биосферы?

Варианты ответа:

1) мероприятия, направленные на предотвращение вредного воздействия ионизирующего излучения на производственный персонал и население;
2) алгебраическая сумма поглощаемой и излучаемой энергии в биосфере;
3) соотношение природной и расходной частей круговорота воды на каком-либо пространстве вплоть до планеты в целом;
4) количественное сочетание экологических компонентов, обеспечивающее экологическое равновесие;
5) последствия катастрофы.

85. Что такое ресурсосберегающая технология?

Варианты ответа:

1) технология, дающая технически достижимый минимальный объем твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов;
2) производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергия на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на человека и природные системы;
3) технология, построенная по типу процессов, характерных для природы, иногда как прямое их продолжение;
4) технология, позволяющая получать технически достижимый минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов;

5) совокупность методов обработки, изготовления, изменения свойств, форм сырья, материалов, применяемая в процессе производства для получения готовой продукции.

86. Что такое альтернативная энергетика?

Варианты ответа:

1) получение энергии не из традиционных ископаемых источников: угля, нефти, газа и т.д., а от Солнца, геотермальных источников, путем использования разности температур и т.п.;
2) получение энергии при делении атомных ядер;
3) область хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу, сохранение и использование различных видов энергии;
4) тепловой, энергетический баланс между биосферой и космическим пространством, энергетические процессы в экосистемах, антиэнтропийные процессы в живом веществе и энергетика отдельных живых организмов;
5) получение механической энергии от ветра с последующим преобразованием её в электрическую.

87. Что такое магнитосфера?

Варианты ответа:

1) поток элементарных частиц (в основном протонов и ядер водорода) очень высоких энергий, приходящий из космического пространства и вызывающих в атмосфере Земли вторичное излучение, происходящее от их столкновения с атомными ядрами газов воздуха и любого другого присутствующего в воздухе вещества;
2) одна из земных оболочек, расположенная между земной корой и ядром Земли;
3) климат значительных географических пространств;
4) зона проявления магнитных свойств космического тела;
5) слой атмосферы, вся гидросфера и часть литосферы, где постоянно или временно присутствуют живые организмы.

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО КУРСУ «ЭКОЛОГИЯ»

Часто возникает необходимость проведения инженерных расчетов, которые позволяют студентам оценить экологическую ситуацию, возникающую вследствие воздействия на атмосферу и водоемы вредных выбросов от антропогенных источников. В решении этой задачи важную роль играет решение примеров, связанных с промышленными выбросами и их очисткой. При этом важное значение имеет не только расчет концентрации веществ, загрязняющих атмосферу, но и комплексная оценка их влияния на человека и природу.

3.1. Определение концентрации вредных веществ в воздухе

Величинами, характеризующими влияние вредных веществ на живые организмы (прежде всего на человека), являются предельно допустимые концентрации этих веществ в воздухе. ПДК вредных веществ в воздухе бывают трех видов: максимально разовая ($ПДК_{мр}$), среднесуточная ($ПДК_{сс}$) и рабочей зоны ($ПДК_{рз}$). Эти величины имеют разную цель ($ПДК_{мр}$ и $ПДК_{сс}$ устанавливаются для населенных пунктов), и при их расчетах учитывают состояние здоровья людей, которые подвергаются воздействию вредного вещества, и продолжительность воздействия вредных веществ на организм человека. Величины ПДК некоторых вредных веществ в воздухе приведены в табл. 1.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/м^3		
	$ПДК_{мр}$	$ПДК_{сс}$	$ПДК_{рз}$
1	2	3	4
Пыль нетоксичная, цемент	0,5	0,15	5,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Диоксид серы SO_2	0,5	0,05	1,0
Диоксид азота NO_2	0,085	0,04	2,0
Оксид углерода CO	5,0	3,0	20,0
Сероводород H_2S	0,03	0,005	—
Аммиак	0,2	0,04	5,0
Сажа	0,15	0,05	3,0
Соединения свинца	0,03	0,0003	0,05
Фенол	0,01	0,003	0,3
Формальдегид	0,035	0,003	0,5
Метиловый спирт (метанол)	1,0	—	5,0
Бензин	1,5	0,3	15,5
Бенз(а)пирен	—	0,000 001	—

Задача 1

Будет ли опасным для человека кратковременное суммарное воздействие диоксида серы и диоксида азота, если они содержатся в воздухе в следующих концентрациях:

$$C_{SO_2} = 0,3\ \text{мг/м}^3;\ C_{NO_2} = 0,06\ \text{мг/м}^3?$$

Решение

Диоксиды серы и азота имеют однонаправленное действие, поэтому суммарное их действие на организм человека оценивают по величинам безразмерного коэффициента g.

Рассчитываем величину g:

$$g = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} = \frac{0,3}{0,5} + \frac{0,06}{0,085} = 0,6 + 0,7 = 1,3.$$

Расчетная величина $g > 1$, исходя из чего можно сделать вывод, что суммарное действие указанных соединений в таких концентрациях будет опасным для человека.

Задача 2

Какой может быть концентрация в воздухе жилого района оксида углерода CO, если концентрация в воздухе диоксида серы

SO_2 составляет $0{,}02\ мг/м^3$, а концентрация сероводорода H_2S — $0{,}001\ мг/м^3$, чтобы газовоздушная смесь была безопасной для человека?

Решение

На основе формулы расчета коэффициента g находим возможную концентрацию оксида углерода, подставляя соответствующие величины:

$$C_{CO} = \left[1 - \left(\frac{C_{SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_{H_2S}}{ПДК_{H_2S}}\right)\right] \cdot ПДК_{CO} = \left[1 - \left(\frac{0{,}02}{0{,}05} + \frac{0{,}001}{0{,}005}\right)\right] \cdot 3{,}0 =$$

$$= \left[1 - \ 0{,}4 + 0{,}2\ \right] \cdot 3{,}0 = 1{,}2\ мг/м^3.$$

Из проведенных расчетов видно, что, с учетом суммарного действия нескольких вредных компонентов воздуха, концентрация оксида углерода не должна превышать $1{,}2\ мг/м^3$, что значительно меньше $ПДК_{сс}$.

Задача 3

В производственное помещение завода по производству формальдегида, в результате разгерметизации оборудования выделяется определенное количество паров метилового спирта. Каждую минуту в помещение попадает $15\ м^3$ производственных газов с концентрацией метанола $100\ мг/м^3$. Через какое время в помещении будет наблюдаться превышение $ПДК_{рз}$ по метанолу, о чем сообщит сигнализация, если размеры производственного помещения равны: длина — 110 м, ширина — 15 м, высота — 5 м?

Решение

Первым этапом решения задачи является нахождение объема помещения:

$$V = 110 \cdot 15 \cdot 5 = 8250\ м^3.$$

Далее находим, какая масса метанола может быть выделена в это помещение, чтобы концентрация его не превышала $ПДК_{рз}$:

$$m_1 = V \cdot ПДК_{рз} = 8250\ м^3 \cdot 5\ мг/м^3 = 41\,250\ мг.$$

После этого находим массу метанола, которая выделяется в воздух в течение одной минуты в результате разгерметизации оборудования:

$$m_2 = V \cdot C = 15\,\frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \cdot 100\,\frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = 1500\ \text{мг/мин}.$$

И наконец, определяем время, по истечении которого будет достигнута величина $\text{ПДК}_{\text{рз}}$:

$$t = \frac{m_1}{m_2} = \frac{41\,250\ \text{мг}}{1500\ \text{мг/мин}} = 27{,}5\ \text{мин}.$$

Итак, $\text{ПДК}_{\text{рз}}$ по метиловому спирту в производственном помещении будет достигнута через 27,5 мин.

Задача 4

В сушильном шкафу, где сушат цинковый концентрат, вследствие неполного сгорания мазута 0,01% его превращается в копоть и водород в соотношении 8:2. В форсунку подается 30 кг/ч мазута. При сгорании 1 кг мазута образуется 12 м^3 продуктов горения, а для понижения температуры, перед подачей в рабочее пространство сушильного шкафа, производят пятикратное разведение воздухом продуктов сгорания. Во сколько раз содержание сажи в дымовых газах превышает $\text{ПДК}_{\text{сс}}$?

Решение

Сначала определяем массу (количество) мазута, который не сгорел:

$$\frac{30\ \text{кг/ч} \cdot 0{,}01\%}{100\%} = 0{,}003\ \text{кг/ч}.$$

Далее определяем массу (количество) образующейся сажи:

$$\frac{0{,}003\ \text{кг/ч} \cdot 8}{10} = 0{,}0024\ \text{кг/ч} = 2{,}4\ \text{г/ч} = 2400\ \text{мг/ч}.$$

Следующим этапом решения задачи является определение объема продуктов сгорания с учетом пятикратного разведения воздухом:

$$30\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}} \cdot 12\,\frac{\text{м}^3}{\text{кг}} + 5 \cdot 30\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}} \cdot 12\,\frac{\text{м}^3}{\text{кг}} = 360\,\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} + 1800\,\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 2160\,\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Рассчитываем концентрацию сажи в продуктах сгорания:

$$\frac{2400\ \text{мг/ч}}{2160\ \text{м}^3/\text{ч}} = 1{,}11\ \text{мг/м}^3.$$

С учетом $\text{ПДК}_{\text{сс}}$ гари в воздухе, которая составляет $0{,}05\ \text{мг/м}^3$, находим отношение рассчитанной концентрации к $\text{ПДК}_{\text{сс}}$:

$$\frac{1{,}11\ \text{мг/м}^3}{0{,}05\ \text{мг/м}^3} = 22{,}5\ \text{раза}.$$

Таким образом, концентрация сажи в дымовых газах в 22,5 раза превышает $\text{ПДК}_{\text{сс}}$.

Задача 5

Промышленные газы содержат диоксид азота с концентрацией $100\ \text{мг/м}^3$. Их последовательно очищают щелочным и каталитическим методом (с использованием аммиака), эффективность которого соответственно составляет 80,0% и 98,7%.

Будет ли в очищенном газе наблюдаться превышение концентрации диоксида азота над $\text{ПДК}_{\text{мр}}$? Записать химические реакции, которые лежат в основе процессов очистки газов от NO_2. Щелочные методы очистки газов от диоксида азота базируются на его взаимодействии с водными растворами щелочей с образованием нитратно-нитритной смеси согласно реакции:

$$2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O.$$

Решение

Находим остаточную концентрацию диоксида азота после первой стадии очистки:

$$C_1 = \frac{100{,}0\ \text{мг/м}^3 \cdot\ 100 - 80}{100} = 20{,}0\ \text{мг/м}^3.$$

В связи с тем что проводят последовательную очистку промышленных газов, начальная концентрация диоксида азота перед каталитической очисткой будет составлять $20{,}0\ \text{мг/м}^3$.

Каталитическая очистка промышленных газов от диоксида азота базируется на восстановлении его до свободного азота при взаимо-

действии под влиянием катализатора с газами-восстановителями (в данном случае аммиаком) согласно уравнению:

$$6NO_2 + 8NH_3 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O.$$

Находим остаточную концентрацию диоксида азота в очищенном газе:

$$C_{ост} = \frac{20,0\ мг/м^3 \cdot\ 100 - 98,7}{100} = 0,26\ мг/м^3.$$

Сравнивая полученный результат с данными табл. 1, видно, что концентрация диоксида азота в очищенном газе значительно превышает $ПДК_{мр}$ $ПДК_{мр} = 0,085\ мг/м^3$. В таких случаях необходима дополнительная очистка газов от NO_2.

Задача 6

В помещении работает двигатель внутреннего сгорания, газы сгорания от которого выводятся через трубопровод за пределы помещения. Из-за утечек в трубопроводе часть газов попадает в помещение. Выхлопные газы содержат бенз(а)пирен. Размеры помещения таковы: длина — 35 м, ширина — 8 м, высота — 5 м.

Сколько бенз(а)пирена может быть выделено в помещение, чтобы в нем было безопасно работать?

Решение

Первым этапом решения задачи является расчет объема помещения:

$$V = 35\ м \cdot 8\ м \cdot 5\ м = 1400\ м^3.$$

Далее находим массу (количество) бенз(а)пирена, которое может выделиться в помещение:

$$m = ПДК \cdot V = 10^{-6}\ мг/м^3 \cdot 1400\ м^3 = 0,0014\ мг = 1,4\ мкг.$$

Таким образом, количество бенз(а)пирена, которое может выделиться в помещение и при этом сохраняются безопасные условия работы, составляет 1,4 мкг.

Задача 7

Из печи для обжига сернистого колчедана производительностью 1 т/ч (по подаваемому продукту) отводят образующиеся газы.

Обжиг колчедана производят воздухом, согласно стехиометрическим коэффициентам.

Какой будет концентрация диоксида серы в продуктах обжига, если содержание основного продукта Cu_2S в колчедане составляет 10%?

Решение

Записываем реакцию, согласно которой протекает обжиг сернистого колчедана:

$$Cu_2S + 2O_2 \rightarrow CuO + SO_2 \uparrow .$$

В качестве дополнительной информации записываем молекулярный вес взаимодействующих веществ и продуктов реакции:

$$Mk\ Cu_2S = 158\ г/моль;\ Mk\ O_2 = 32\ г/моль;$$

$$Mk\ CuO = 79\ г/моль;\ Mk\ SO_2 = 64\ г/моль.$$

Определим, сколько сульфида меди (I) подается в печь ежечасно, исходя из содержания его в руде:

$$m = \frac{1000\ кг/ч \cdot 10\%}{100\%} = 100\ кг/ч.$$

Исходя из уравнения реакции обжига колчедана и зная количество сульфида меди (I), который подается в печь, находим количество необходимого для окисления Cu_2S кислорода и количество образовавшегося диоксида серы:

$$\begin{array}{ccccccc} 100\ кг & X_1 & & & & X_2 & \\ Cu_2S & + & 2O_2 & \rightarrow & 2CuO & + & SO_2 \uparrow . \\ 158 & & 64 & & 158 & & 64 \end{array}$$

$$X_1 = \frac{100\ кг/ч \cdot 64\ кг}{158\ кг} = 40,5\ кг/ч;$$

$$X_2 = \frac{100\ кг/ч \cdot 64\ кг}{158\ кг} = 40,5\ кг/ч.$$

Зная количество необходимого для окисления Cu_2S кислорода, находим вес воздуха, который содержит такое количество кислорода (зная содержание в нем кислорода):

$$X_3 = \frac{40,5\ \text{кг/ч} \cdot 100\%}{21\%} = 192,9\ \text{кг/ч}.$$

Исходя из уравнения реакции окисления колчедана видно, что газообразным продуктом реакции будет только диоксид серы. Однако воздух содержит также азот и другие газы, которые в данных условиях не реагируют и отводятся вместе с удаляемыми газами. Для упрощения задачи допустим, что, кроме кислорода, воздух содержит только азот (79%). Находим массу азота, который не взаимодействует в этих условиях и содержится в 192,9 кг воздуха:

$$X_4 = \frac{192,9\ \text{кг/ч} \cdot 79\%}{100\%} = 152,4\ \text{кг/ч};$$

$$Mk\ \ \mathrm{N_2}\ = 28\ \text{г/моль}.$$

Из проведенных расчетов видно, что отходящие газы обжига сернистого колчедана содержат 40,5 кг/ч диоксида серы и 152,4 кг/ч азота.

Для нахождения концентрации диоксида серы в отходящих газах необходимо найти объем отходящих газов. Объем отходящих газов рассчитывают из тех соображений, что 1 кг·моль газа занимает объем 22,4 м^3.

Определим объем, который занимает 152,4 кг азота:

$$V_{\mathrm{N_2}} = \frac{152,4\ \text{кг/ч} \cdot 22,4\ \text{м}^3}{28\ \text{кг}} = 121,9\ \text{м}^3/\text{ч}.$$

Находим, какой объем занимает 40,5 кг диоксида серы:

$$V_{\mathrm{SO_2}} = \frac{40,5\ \text{кг/ч} \cdot 22,4\ \text{м}^3}{64\ \text{кг}} = 14,2\ \text{м}^3/\text{ч}.$$

Общий объем отходящих газов складывается из объемов азота и образовавшегося диоксида серы:

$$V_{\Sigma} = 121,9\ \text{м}^3/\text{ч} + 14,2\ \text{м}^3/\text{ч} = 136,1\ \text{м}^3/\text{ч}.$$

Зная массу образовавшегося диоксида серы и общий объем отходящих газов, находим концентрацию диоксида серы:

$$C_{\mathrm{SO_2}} = \frac{40,5\ \text{кг/ч}}{136,1\ \text{м}^3/\text{ч}} = 0,3\ \text{кг/м}^3.$$

Итак, концентрация диоксида серы в отходящих газах обжига сернистого колчедана составляет $0{,}3\ \text{кг}/\text{м}^3$. Безусловно, в реальных условиях обжиг проводят со значительным избытком кислорода, и это необходимо учитывать при расчетах концентрации веществ в выбросах.

3.2. Определение коэффициентов разбавления для приведения концентрации вредных веществ до величины ПДК

В определенных производственных ситуациях, вследствие несовершенства технологических процессов или недостаточной мощности очистных сооружений, количество вредных веществ в промышленных газах может превышать установленные ПДК. Такие вредные выбросы не должны попадать в атмосферу. Однако если их развести некоторым количеством чистого воздуха, можно концентрацию вредных веществ снизить до уровня ПДК, после чего полученные газовые смеси могут быть выброшены в атмосферу.

Использовать этот метод снижения концентрации вредных компонентов в промышленных газах целесообразно только в тех случаях, когда абсолютное количество (объем) вредных выбросов небольшое и когда необходимое для разбавления количество (объем) чистого воздуха соизмеримо с количеством (объемом) вредных выбросов.

Для проведения разбавления необходимо произвести соответствующие расчеты, чтобы определить коэффициент разбавления $K_{\text{р}}$, объем воздуха $V_{\text{р}}$, суммарный объем выбросов V_{Σ} с учетом разбавления.

Если промышленные газы содержат только одно вредное вещество, коэффициент разбавления определяется как отношение фактической концентрации этого вещества в единице объема газа к предельно допустимой концентрации ($\text{ПДК}_{\text{мр}}$ или $\text{ПДК}_{\text{сс}}$) этого же вещества:

$$K_{\text{р}} = \frac{C\left[\text{мг}/\text{м}^3\right]}{\text{ПДК}\left[\text{мг}/\text{м}^3\right]}.$$

Зная коэффициент разбавления, можно рассчитать необходимый объем чистого воздуха $V_р$, который необходим для разбавления единицы объема выброса:

$$V_р = V \cdot K_р - 1 ,$$

где V — объем первичного выброса (в м^3), который содержит вредное вещество. Суммарный объем выбросов с учетом разбавления на единицу объема первичного выброса по абсолютной величине равен произведению коэффициента разбавления на объем первичного выброса:

$$V_\Sigma = V \cdot K_р.$$

В тех случаях, когда промышленные газы содержат несколько вредных веществ, которые имеют однонаправленное воздействие на организм человека, расчеты проводят по следующей схеме:

1) определяют величину g суммарного воздействия вредных веществ;
2) величину $K_р$ принимают равной g;
3) если $K_р > 1$, то дальнейший расчет производят по методике, которая приведена для одного компонента.

Задача 8

На заводе по производству фенолформальдегидных смол образуются газообразные выбросы объемом $9000\,м^3/ч$. Газообразные выбросы содержат формальдегид, концентрация которого после предварительной очистки равна $0{,}05\,мг/м^3$. Какой объем чистого воздуха необходимо добавить к промышленным газам, чтобы концентрация формальдегида в зоне рассеивания загрязнения не превышала ПДК?

Решение

Поскольку расчеты проводят для зоны рассеивания, за величину ПДК принимают $ПДК_{мр}$ формальдегида, которая равна $0{,}035\,мг/м^3$.

Определяем коэффициент разбавления:

$$K_р = \frac{C}{ПДК} = \frac{0{,}05\,мг/м^3}{0{,}035\,мг/м^3} = 1{,}43.$$

Как видим, величина коэффициента разбавления больше 1, т.е. промышленные газы необходимо разбавлять чистым воздухом. Определяем, какой объем воздуха необходим для разбавления промышленных газов:

$$V_{\text{р}} = V \cdot \ K_{\text{р}} - 1 \ = 9000\,\text{м}^3/\text{ч} \cdot \ 1{,}43 - 1 \ = 3870\,\text{м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, в данных условиях для обеспечения требований $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ необходимо к $9000\,\text{м}^3/\text{ч}$ промышленных газов перед их выбросом в атмосферу добавить $3870\,\text{м}^3/\text{ч}$ чистого воздуха.

Задача 9

При разложении острым паром полисульфида аммония, который образуется в процессе регенерации активированного угля (адсорбционный метод очистки газов от H_2S активированным углем), вследствие несовершенства метода часть сероводорода и аммиака выделяется из зоны реакций. Объем таких промышленных газов составляет $100\,\text{м}^3/\text{ч}$, а концентрация вредных компонентов в промышленных газах соответственно составляет $0{,}02\,\text{мг}/\text{м}^3$ и $0{,}18\,\text{мг}/\text{м}^3$.

Каким будет общий объем газовых выбросов с учетом разбавления промышленных газов чистым воздухом?

Решение

Концентрации вредных компонентов в промышленных газах ниже соответствующих значений $\text{ПДК}_{\text{мр}}$, но они обладают одновременным воздействием на организм человека. Поэтому сначала определяем целесообразность разбавления промышленных газов воздухом:

$$g = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} = \frac{0{,}02\,\text{мг}/\text{м}^3}{0{,}03\,\text{мг}/\text{м}^3} + \frac{0{,}18\,\text{мг}/\text{м}^3}{0{,}2\,\text{мг}/\text{м}^3} = 0{,}67 + 0{,}9 = 1{,}57.$$

Как видим, значение коэффициента $g > 1$, поэтому промышленные газы необходимо перед их выбросом в атмосферу разбавлять чистым воздухом.

Принимаем

$$K_{\text{р}} = g = 1{,}57.$$

Находим общий объем отходящих газов с учетом разбавления:

$$V_{\Sigma} = V \cdot K_{\text{р}} = 100\ \text{м}^3/\text{ч} \cdot 1{,}57 = 157\ \text{м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, общий объем отходящих газов с учетом разбавления чистым воздухом составляет $157\ \text{м}^3/\text{ч}$.

3.3. Распространение в атмосфере вредных веществ, которые содержатся в выбросах промышленных предприятий

Наибольшее значение для рассеивания вредных веществ имеет тропосфера — нижний слой атмосферы. В этом слое температура равномерно понижается с высотой над поверхностью Земли, и эта величина составляет 0,5–0,6°С на каждые 100 м подъема.

С увеличением высоты понижается давление и плотность воздуха, которые рассчитывают по таким формулам:

$$P = P_0 \cdot e^{-\frac{g \cdot h}{R \cdot T}}.$$

где P — давление на какой-либо высоте тропосферы, кПа; P_0 — давление у поверхности Земли (101,3 кПа на уровне моря); g — ускорение свободного падения ($9{,}81\ \text{м}/\text{с}^2$); R — газовая постоянная 1 кг воздуха, которая равна 287,1; T — абсолютная температура, К; h — высота над поверхностью Земли (над уровнем моря), м;

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T},$$

где ρ — плотность воздуха на какой-либо высоте, $\text{кг}/\text{м}^3$; P — давление на этой высоте тропосферы, кПа.

Вследствие температурной инверсии тропосферы в ней образуются конвекционные потоки турбулентного характера, что обеспечивает интенсивное перемешивание воздуха. При движении у поверхности Земли проявляется действие сил внутреннего трения (вязкости) воздуха. Напряжение сил вязкости определяется законами Ньютона:

$$\tau = \rho \cdot K_h \cdot \frac{dU}{dh},$$

где τ — касательное напряжение трения; K_h — коэффициент турбулентности в вертикальной плоскости (по высоте); U — скорость ветра на высоте h, м/с.

По характеру движения воздуха тропосферу можно разделить на три слоя: приземный, приграничный и свободную атмосферу.

Приземный слой характеризуется тем, что в нем напряжение трения постоянно и максимально $t = t_{\max} = \text{const}$. При этом K_h изменяется в низких пределах от практически нулевого значения у поверхности Земли до максимального на внешней границе (околоземного слоя):

$$K_{hm} = K_1 \cdot \frac{l}{h_1},$$

где K_{hm} — коэффициент турбулентности на внешней границе околоземного слоя; K_1 — коэффициент турбулентности на высоте h_1 внутри слоя; l — толщина околоземного слоя, м.

Скорость ветра на любой высоте в пределах околоземного слоя определяют исходя из логарифмического закона:

$$U = U_1 \cdot \frac{\ln\ h/h_0}{\ln\ h_1/h_0},$$

где U_1 — скорость ветра на определенной начальной высоте h_1 (как правило $h_1 = 1$ м), м/с; h — высота над поверхностью Земли, для которой определяется скорость ветра, м; h_0 — высота шероховатостей поверхности Земли (горы, сооружения; на море принимают $h_0 = 1$ м), м.

Начиная с околоземного слоя (как правило $l = 40 \div 70$ м) и до высоты 1 км над уровнем моря находится приграничный слой. В нем напряжение трения воздуха снижается от максимальной величины до нуля, а коэффициент турбулентности остается постоянным на уровне максимальной величины:

$$K_h = K_{hm} = \text{const}.$$

В приграничном слое происходит постепенное уменьшение скорости ветра с увеличением высоты dU/dh.

От приграничного слоя до верхней границы тропосферы находится свободная атмосфера. В ней практически отсутствует напряжение силы трения $\tau = 0$, а коэффициент турбулентности остается неизменным: $K_h = \text{const}$.

За счет турбулентного движения воздуха возникают пульсирующие скорости во всех направлениях U_x, U_y, U_z, которые зависят от скорости ветра, меняющейся с высотой. Кроме того, на пульсирующие скорости в вертикальном направлении U_z влияет температурная инверсия атмосферы.

Кроме пульсирующих составляющих турбулентных потоков, которые обеспечивают перемешивание воздуха, этому процессу способствует и молекулярная диффузия, которая описывается законом Фика.

Учитывая указанные факторы, которые влияют на потоки воздуха в тропосфере, общее уравнение распространения примесей в атмосфере (тропосфере) и концентрации этих примесей на уровне Земли имеет следующий вид:

$$C = \frac{M}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot X} \cdot e^{\frac{U}{4K} \cdot \frac{y^2 + H^2}{X}},$$

где M — количество выбросов за единицу времени; K — коэффициент диффузии; X — расстояние от источников выбросов; U — скорость ветра; y — координата по ширине (вдоль поверхности Земли) от оси факела (дымового облака); H — эффективная высота выброса (высота трубы).

Если возникает необходимость рассчитывать максимальную разовую концентрацию вредных примесей в приземном слое, то она будет находиться на оси факела $y = 0$. Тогда

$$C_{\text{м}} = \frac{M}{2\pi \cdot K \cdot X} \cdot e^{-\frac{U \cdot H^2}{4K \cdot X}}.$$

Координаты точки максимальной концентрации на поверхности Земли определяют исходя из условия

$$\left|\frac{dC}{dx}\right|_{y=0} = 0$$

путем дифференцирования уравнения для расчета $C_м$:

$$X_м = \frac{235M}{4K}.$$

При расчете концентрации в $мг/м^3$ формула имеет следующий вид:

$$C_м = \frac{235M}{U \cdot H^2}.$$

Из полученного равенства видно, что максимальная разовая концентрация примесей на поверхности Земли прямо пропорциональна количеству выбросов и обратно пропорциональна скорости ветра и квадрату эффективной высоты выброса (трубы).

Для практических расчетов рассеивания вредных примесей в воздухе используют методику ОНД-86.

Согласно упомянутой методике, расчет рассеивания вредных примесей проводят для неблагоприятных метеорологических условий. При проведении расчетов следует учитывать такие факторы:

1) $C_м \le$ ПДК;
2) при одновременном присутствии в дымовых газах нескольких вредных компонентов, которые имеют однонаправленное действие, учитывают значение безразмерного коэффициента g $g \le 1$;
3) при выбросах вредных веществ, которые частично или полностью химически преобразуются с образованием более токсичных веществ, расчеты производят с учетом образования новых соединений;
4) приземные разовые концентрации вредных веществ для территорий санитарных зон курортов, в местах расположения санаториев и домов отдыха, а также городов с численностью населения свыше 200 тыс. человек;
5) рассчитанные концентрации вредных примесей относятся к условиям распространения примесей над равниной или слабо

искривленной местности с перепадом высот, который не превышает 50 м на 1 км в радиусе 50 высот выброса (трубы);

6) необходимо избегать строительства предприятий со значительным количеством выброса вредных веществ на участках, на которых происходит длительный застой примесей в сочетании со слабыми ветрами и с температурной инверсией;
7) следует учитывать температуру выброса.

Расчет рассеивания выбросов от одиночного источника загрязнения проводят в несколько этапов.

Расчет величины максимальной околоземной концентрации $C_м$ для выброса нагретой газовоздушной смеси от одиночного источника с круглым устьем на расстоянии $X_м$ от источника производят по формуле

$$C_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}},$$

где A — коэффициент, который зависит от температурной стратификации атмосферы и определяет условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосфере, $C^{2/3} \cdot мг \cdot K^{1/3}/г$; M — количество вредных выбросов, которые выбрасываются в атмосферу, г/с; F — безразмерный коэффициент, который учитывает скорость осаждения веществ в атмосфере; m и n — безразмерные коэффициенты, которые учитывают условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса; H — высота источника выброса над уровнем моря, м; V — объемный расход газовоздушной смеси, $м^3/с$; ΔT — разница между температурой выброса и температурой окружающей среды, °С.

Объемный расход газовоздушной смеси определяется по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0,$$

где D — диаметр устья источника выброса, м; ω_0 — средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

Коэффициент A является табличной величиной и для разных регионов имеет разное значение:

- для Украины, Урала, среднего Поволжья — 160;
- для центральной зоны Европейской части России — 120;
- для Казахстана, Кавказа, Молдавии — 200;
- для субтропических зон Средней Азии — 240.

Величины M и V определяют расчетным способом или принимают согласно действующим для данного предприятия нормативами.

Величина безразмерного коэффициента F принимает следующее значение:

- 1,0 — для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола, скорость осаждения которых близка к нулю);
- 2,0 — для пыли и золы, если средний эксплуатационный коэффициент очистки не менее 90%;
- 2,5 — то же самое, если от 75% до 90%;
- 3,0 — то же самое, если менее 75%.

Величину безразмерного коэффициента m рассчитывают по формуле

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}},$$

где $f = \dfrac{\omega_0 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \cdot 10^3$.

Величину n вычисляют в зависимости от величины V_m, которую рассчитывают по формуле

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}}.$$

В зависимости от величины V_m значение n принимают равным:

- при $V_m \le 0,3$ $n = 3$;
- при $0,3 \le V_m \le 2$ $n = 3 - \sqrt{V_m - 0,3 \cdot 4,36 - V_m}$;
- при $V_m > 2$ $n = 1$.

Величина максимальной околоземной концентрации вредных веществ $C_м$ при неблагоприятных метеорологических условиях достигается на оси факела выброса (по направлению ветра) на расстоянии $X_м$ от источника выброса.

Величину $X_м$ при условии, что $F \le 2,$ находят по формуле

$$X_м = d \cdot H,$$

где d — безразмерная величина, которая определяется по формулам:

- $d = 4,95V_m \cdot \ 1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}$, если $V_m \le 2;$
- $d = 7\sqrt{V_m} \cdot \ 1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}$, если $V_m > 2.$

Если $F > 2,$ то $X_м = \dfrac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H.$

Величину опасной скорости ветра $U_м$ на уровне флюгера (10 м от поверхности Земли), при которой имеет место наибольшее значение величины околоземной концентрации вредных веществ, определяют из условия:

- $U_м = 0,5V_m$ при $V_m \le 0,5;$
- $U_м = V_m$ при $0,5 < V_m \le 2;$
- $U_м = V_m \cdot \ 1 + 0,12\sqrt{f}$ при $V_m > 2.$

Максимальную величину околоземной концентрации вредных веществ $C_{мi}$ при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра U, которая отличается от опасной $U_м$, находят по формуле

$$C_{мi} = t \cdot C_м,$$

где τ — безразмерная величина, которая определяется в зависимости от отношения $U/U_м$:

- $\tau = 0,67 \cdot \dfrac{U}{U_м} + 1,67 \cdot \left(\dfrac{U}{U_м}\right)^2 - 1,34 \cdot \left(\dfrac{U}{U_м}\right)^3$ при $U/U_м \le 1;$

- $\tau = \dfrac{3 \cdot \dfrac{U}{U_м}}{2 \cdot \left(\dfrac{U}{U_м}\right)^2 - \dfrac{U}{U_м} + 2}$ при $U/U_м > 1$.

Расстояние от источника выброса $x_{мi}$, на котором достигается $C_{мi}$, вычисляют по формуле

$$x_{мi} = p \cdot x_м,$$

где p — безразмерная величина, которая рассчитывается по формулам:

- $p = 3$ при $U/U_м \le 0,25$;
- $p = 8,43 \cdot \left(1 - \dfrac{U}{U_м}\right) + 0,68$ при $0,25 < U/U_м \le 1$;
- $p = 0,32 \cdot \dfrac{U}{U_м} + 0,68$ при $U/U_м > 1$.

Максимальную околоземную концентрацию вредных веществ в атмосфере $C_м$ на расстоянии $x_м$ от источника холодного выброса находят по формуле

$$C_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n}{H^{4/3}} \cdot K.$$

Величину V_m рассчитывают по формуле

$$V_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}.$$

Коэффициент K вычисляют по формуле

$$K = \frac{D}{8 \cdot V} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{\omega_0 \cdot V}}.$$

Все другие величины вычисляют по формулам, которые даны для расчета рассеивания нагретой газовоздушной смеси.

Предельно допустимый нагретый выброс вредных веществ в атмосферу (г/с) от одиночного источника (трубы), при котором их

концентрация в околоземном слое не превышает ПДК, рассчитывают по следующей формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}.$$

При этом концентрация вредного вещества в выбросах возле устья источника (г/м^3) не должна превышать $C_{\text{МТ}}$, которая вычисляется по формуле

$$C_{\text{МТ}} = \text{ПДВ}/V,$$

или

$$C_{\text{МТ}} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \cdot \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V^2}}.$$

Предельно допустимый холодный выброс (г/с) вредного вещества определяют по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{8 \cdot \text{ПДК} \cdot H \cdot V \cdot \sqrt[3]{H}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}.$$

Максимальную (допустимую) концентрацию вредного вещества на выходе в атмосферу вычисляют по формуле

$$C_{\text{МТ}} = \frac{8 \cdot \text{ПДК} \cdot H \cdot \sqrt[3]{H}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}.$$

Высоту одиночного источника выбросов (труба) H, при которой величина $C_{\text{М}}$ не превышает значения ПДК, определяют при холодных и нагретых выбросах по формуле

$$H = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D}{8 \cdot V \cdot \text{ПДК}} \right)^{3/4}.$$

Часто возникает необходимость уточнения высоты выбросов H. Если при этом $H \le \omega_0 \cdot \sqrt{10D/\Delta T}$, то это значение является точным; если $H > \omega_0 \cdot \sqrt{10D/\Delta T}$, то используют формулу

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F}{\text{ПДК} \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}}.$$

Задача 10

Из одиночной трубы высотой 80 м с диаметром устья 1 м выбрасывается $3\ м^3/с$ дымовых газов, которые содержат диоксид серы, с температурой 65°С. Температура внешнего воздуха 20°С. Источник выбросов расположен в регионе, для которого принимают значения $A = 160$, а для газообразного выброса $F = 1$*. Рассчитать ПДВ и минимальную высоту выброса (трубы).

Решение

Рассчитываем ПДВ.

Находим значение коэффициента m по формуле

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}.$$

В свою очередь f определяем по формуле

$$f = \frac{\omega_0 D}{H^2 \Delta T} \cdot 10^3.$$

Однако нам неизвестно значение ω_0. Его находим, зная объемные расходы дымовых газов и площадь горловины источника:

$$\omega_0 = \frac{V}{S} = \frac{V}{0,785 D^2} = \frac{3\ м^3/с}{0,785\ м^2} = 3,83\ м/с;$$

$$\Delta T = 65 - 20 = 45°С;$$

$$f = \frac{3,82^2 \cdot 1}{80^2 \cdot 45} \cdot 10^3 = \frac{14,7 \cdot 10^3}{288 \cdot 10^3} = 0,051;$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,051} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,051}} =$$

$$= \frac{1}{0,67 + 0,022 + 0,126} = 1,22.$$

---

* A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе; F — безразмерный коэффициент, определяющий скорость осаждения примесей в атмосфере (для газов и мелкодисперсных аэрозолей).

Рассчитываем:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T / H} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{3 \cdot 45/80} = 0,78.$$

При $0,3 < V_m \le 2$

$$n = 3 - \sqrt{V_m - 0,3 \quad 4,36 - V_m} = 3 - \sqrt{0,48 \cdot 3,58} = 3 - 1,31 = 1,69.$$

$\text{ПДК}_{\text{сс}}$ для диоксида серы составляет $0,05\ \text{мг}/\text{м}^3$.

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \cdot \sqrt{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} = \frac{0,05 \cdot 80^2 \cdot \sqrt{3 \cdot 45}}{160 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 1,69} = \frac{320 \cdot 5,15}{330} = 5,01\ \text{г/с}.$$

Для расчета минимальной высоты выброса (трубы) необходимо уточнить количество вредных веществ M, которые выбрасываются в атмосферу, а для этого необходимо установить концентрацию вредного компонента в выбросах у устья источника по формуле

$$C_{\text{МТ}} = \frac{0,05 \cdot 80^2}{160 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 1,69} \cdot \sqrt[3]{\frac{45}{3^2}} = \frac{320}{332} \cdot 1,7 = 1,64\ \text{г}/\text{м}^3.$$

Определяем величину M:

$$M = C_{\text{МТ}} V = 1,64\ \text{г}/\text{м}^3 \cdot 3\ \text{м}^3/\text{с} = 4,92\ \text{г/с};$$

$$H = \left(\frac{160 \cdot 4,92 \cdot 1 \cdot 1}{8 \cdot 3 \cdot 0,05} \right)^{3/4} = \left(\frac{400 \cdot 4,92}{3} \right)^{3/4} = 656^{3/4} = \sqrt[4]{656^3} = 130\ \text{м}.$$

Для этого значения рассчитываем величину V_m:

$$V_m = 0,64 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} = 0,64 \cdot \sqrt[3]{\frac{135}{130}} = 0,66.$$

Величина V_m меньше 2, но больше 0,3, поэтому уточняем высоту выброса (трубы) по формуле

$$H = H \left(\frac{n_1}{n} \right)^{3/4}.$$

Рассчитываем для V_m величину n_1:

$$n_1 = 3 - \sqrt{0,65 - 0,3 \quad 4,36 - 0,66} = 3 - 1,15 = 1,85.$$

Итак:

$$H_1 = H\left(\frac{n_1}{n}\right)^{3/4} = 130\left(\frac{1,85}{1,69}\right)^{3/4} = 130 \cdot \sqrt[4]{1,1^3} = 130 \cdot 1,07 = 139 \text{ м.}$$

Снова уточняем высоту выброса (трубы):

$$V_{m_2} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{135/139} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{0,97} = 0,64;$$

$$n_2 = 3 - \sqrt{\ 0,65 - 0,3 \quad 4,36 - 0,64\ } = 1,88.$$

Получаем:

$$H_2 = H_1\left(\frac{1,88}{1,85}\right)^{3/4} = 139 \cdot 1,02^{3/4} = 139 \cdot 1,09 = 140 \text{ м.}$$

Таким образом, минимальная высота выброса равна 140 м, а ПДВ — 5,01 г/с.

4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ»

При рассмотрении вопросов охраны гидросферы возникает необходимость расчета параметров сбросов вредных веществ в природные водоемы, а также расчета необходимой степени очистки сточных вод перед их сбросом в водоемы.

4.1. Определение концентрации вредных веществ в природных водоемах и сточных водах

При нормировании качества природных вод важными являются принципы установления ПДК вредных веществ в природных водоемах с учетом показателей вредности, в зависимости от категории пресных вод. $ПДК_в$ и $ПДК_{ср}$, которые регламентируют концентрацию вредных веществ в природных водоемах, имеют разную цель. Значения $ПДК_{ср}$ для вредных веществ в большинстве случаев меньше, чем значения $ПДК_в$, что обусловлено высокой чувствительностью некоторых гидробионтов к воздействию токсичных веществ.

Таблица 2

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах

Вещество-загрязнитель	ПДК, мг/дм^3	
	Для водоемов I категории ($ПДК_в$)	Для водоемов III–IV категории ($ПДК_{вр}$)
Медь (Cu^{2+})	0,1	0,01
Мышьяк (As^{3+})	0,05	0,05
Никель (Ni^{2+})	1,0	0,01
Нитраты (в пересчете на азот)	10,0	—
Полиакриламид (ПАА)	2,0	—
Ртуть (Hg^{2+})	0,005	0,0001
Сульфаты (SO_4^{2-})	500,0	—
Нефть и нефтепродукты в эмульсионном виде	0,5	0,05
Фенолы	0,001	0,001

Кроме того, учитывается явление биологического накопления токсичных ингредиентов. ПДК некоторых вредных веществ приведены в табл. 2.

Задача 11

В водоем санитарно-бытового назначения попадают сточные воды объемом $150\ м^3/ч$, которые содержат 8 г трехвалентного мышьяка. Будет ли концентрация мышьяка в месте выброса сточных вод превышать $ПДК_в$?

Решение

Находим концентрацию мышьяка в сточной воде, учитывая массу мышьяка (мг) и объем сточных вод (дм^3):

$$C_{As} = \frac{m_{As}}{V} = \frac{8000\ мг}{150\ 000\ дм^3} = 0{,}053\ мг/дм^3.$$

При сравнении расчетного значения концентрации мышьяка в воде со значением $ПДК_в$, которое составляет $0{,}05\ мг/дм^3$, видно, что концентрация мышьяка в сточной воде несколько превышает значение $ПДК_в$. Это требует очистки сточных вод от соединений мышьяка.

Задача 12

В водоемы рыбохозяйственного назначения попадает с разных промышленных предприятий $1000\ м^3/ч$ сточных вод. В одном из стоков содержатся нефтепродукты в эмульгированном состоянии с концентрацией $0{,}2\ мг/дм^3$, а количество (объем) этого стока составляет $200\ м^3/ч$. Будет ли в общем стоке наблюдаться превышение ПДК?

Решение

Первым этапом решения задачи является определение массы нефтепродуктов, которые содержатся в стоках:

$$C = mV = 0{,}2\ мг/дм^3 \cdot 200\ 000\ дм^3/ч = 40\ 000\ мг/ч.$$

Далее находим концентрацию нефтепродуктов в общем стоке:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{40\,000\ \text{мг/ч}}{1\,000\,000\ \text{дм}^3/\text{ч}} = 0,04\ \text{мг/дм}^3.$$

При сравнении расчетного значения концентрации нефтепродуктов в сточных водах с величиной ПДК, которое составляет $0{,}05\ \text{мг/дм}^3$, видно, что концентрация нефтепродуктов в вытекающих водах не превышает значение $\text{ПДК}_{\text{ср}}$. Поэтому нет необходимости в очистке сточных вод перед их сбросом в природный водоем.

Задача 13

В рыбохозяйственный водоем попадает сточная вода, которая содержит медь с концентрацией $0{,}005\ \text{мг/дм}^3$, никель с концентрацией $0{,}004\ \text{мг/дм}^3$ и ртуть с концентрацией $0{,}000\,05\ \text{мг/дм}^3$.

Есть ли необходимость разбавлять эту сточную воду чистой перед её сбросом в природный водоем? Если «да», то в каком количестве?

Решение

В связи с тем что для всех веществ-загрязнителей водоемов необходимо проводить комплексную оценку характера их влияния на живые организмы, решение задачи начнем с расчета коэффициента g:

$$g = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} = \frac{0,005\ \text{мг/дм}^3}{0,01\ \text{мг/дм}^3} + \frac{0,004\ \text{мг/дм}^3}{0,01\ \text{мг/дм}^3} +$$

$$+ \frac{0,000\,05\ \text{мг/дм}^3}{0,0001\ \text{мг/дм}^3} = 0,5 + 0,4 + 0,5 = 1,4.$$

Рассчитанная величина коэффициента $g > 1$, т.е. суммарное воздействие этих веществ в указанных концентрациях является опасным. Это обусловливает необходимость дополнительной очистки сточной воды или её разбавления чистой водой для снижения концентраций вредных веществ до уровней ПДК. Величина коэффициента g приравнивается к коэффициенту разбавления $K_{\text{р}}$.

Таким образом, сточную воду перед её сбросом в природный водоем рыбохозяйственного назначения необходимо разбавить чистой водой в 1,4 раза.

4.2. Расчет необходимой степени очистки сточных вод перед их сбросом в природные водные источники

Перед сбросом сточных вод в природные водоемы проводят расчет необходимой степени их очистки по пяти основным показателям. Кроме того, в расчете необходимо учитывать комплексный характер влияния вредных веществ на живые организмы.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод имеет важное значение для инженеров-экологов. Эти расчеты позволяют правильно выбрать методы очистки сточных вод с учетом объема вод, степени очистки и фонового состояния водного источника.

Задача 14

Нагретые сточные воды с температурой 60°С и объемом $50\,\text{м}^3/\text{ч}$ сбрасываются в летнее время в природный водоем, температура воды в котором равна 21°С.

Определить необходимую степень охлаждения сточных вод перед их сбросом в водоем при условии, что максимальный коэффициент смешения $\alpha = 3$.

Решение

Прежде всего определим предельно допустимую температуру сточных вод исходя из данных условий смешения:

$$T_{\text{ст}}V_{\text{ст}} + \alpha T_{\text{в}}V = \alpha V + V_{\text{ст}}\ T_{\text{доп}},$$

где

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{в}} + 3°\text{С};$$

$$T_{ст} = \frac{\alpha V + V_{ст}\ T_{доп} - \alpha T_{в} V}{V_{ст}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 200\,000 + 50\,000\ \cdot 24 - 3 \cdot 21 \cdot 200\,000}{50\,000} = 51°C.$$

Далее рассчитываем необходимую степень охлаждения сточной воды перед её сбросом в природный водоем:

$$K_{ох} = \frac{T_{ф} - T_{ст}}{T_{ф}} = \frac{60 - 51}{60} \cdot 100\% = 15\%.$$

Таким образом, необходимая степень охлаждения сточной воды перед её сбросом в природный водоем составляет 15%.

Следует отметить, что если расчетное $T_{ст}$ значение будет больше фактической температуры сточной воды $T_{ф}$, нет необходимости охлаждать сточную воду перед её сбросом в водоемы. Кроме того, расчет допустимой температуры воды в местах сброса сточной воды $T_{доп}$, согласно выражению

$$T_{доп} = T_{в} + 3°C,$$

справедлив лишь в летнее время, когда температура воды в водоеме $T_{в}$ приближается к максимальной.

Задача 15

В водоем рыбохозяйственного назначения сбрасываются сточные воды, которые содержат нефтепродукты в эмульгированном состоянии, концентрация которых составляет $0{,}25\ мг/дм^3$. Объем сточных вод составляет $10\ м^3/ч$. Фоновая концентрация нефтепродуктов в природном водоеме составляет $0{,}03\ мг/дм^3$.

Рассчитать необходимую степень очистки сточных вод перед их сбросом, если максимальный коэффициент смешения вод $\alpha = 2$.

Решение

Решение задачи начнем с расчета максимально допустимой концентрации нефтепродуктов в сточной воде при таких условиях

смешения, чтобы концентрация нефтепродуктов в расчетной зоне не превышала $ПДК_{ср}$:

$$C_{ст}V_{ст} + \alpha C_{в}V = \alpha V + V_{ст} \; ПДК_{ср};$$

$$C_{ст} = \frac{\alpha V + V_{ст} \; ПДК_{ср} - \alpha C_{в}V}{V_{ст}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 30\,000 + 10\,000 \; \cdot 0,05 - 2 \cdot 0,03 \cdot 30\,000}{10\,000} = 0,17 \text{ мг/дм}^3.$$

Фактическая концентрация нефтепродуктов $C_{ф}$ в сточной воде выше, чем расчетная $C_{ст}$, поэтому рассчитываем необходимую степень очистки сточных вод перед их сбросом в водоем:

$$K_{оч} = \frac{C_{ф} - C_{ст}}{C_{ф}} = \frac{0,25 - 0,17}{0,17} \cdot 100\% = 32\%.$$

Таким образом, необходимая степень очистки сточной воды от нефтепродуктов составляет 32%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Реймерс Н.Ф.* Экология: теория, законы, правила, принципы и гипотезы. — М.: Россия молодая, 1994. — 240 с.
2. *Новиков В.Н.* Экология, урбанизация, жизнь. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 328 с.
3. *Бойцов Б.В., Крянев Ю.В., Кузнецов М.А.* Качество жизни. — М.: Издательство МАИ, 2004. — 268 с.
4. *Белов С.В., Ванаев В.С., Козьяков А.Ф.* Безопасность жизнедеятельности. Терминология: Учебное пособие / Под ред. С.В. Белова. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 304 с.
5. *Коржавый А.П., Яковлева О.В.* Технология производства и эксплуатации экобиозащитных систем: Методические указания. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 12 с.
6. *Басов В.М.* Задачи по экологии и методика их решения: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 160 с.
7. *Фомичева Е.В.* Экономика природопользования: Учебное пособие. — М.: Издательство «Дашков и Ко», 2003. — 208 с.
8. *Соколов Э.М.* Применение информационных систем для оценки загрязнения окружающей среды. — Тула: Издательство ТулГУ, 2005. — 284 с.
9. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под ред. проф. Э.В. Гирусова. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. — 455 с.
10. *Глухов В.В., Лисичкина Т.В., Некрасова Т.П.* Экономические основы экологии: Учебник. — СПб.: Специальная литература, 1997. — 304 с.
11. *Серов Г.П., Байдаков С.Л.* Правовое обеспечение национальной безопасности России в экологической сфере: Курс лекций. — М.: Издательство МНЭПУ, 1999. — 168 с.
12. *Винокуров А.Ю.* Экологическое право: Краткий курс лекций. — М.: Юрайт-Издат., 2004. — 223 с.
13. *Жеруков Б.Х., Кобозев И.В., Термисултанов Э.-П.Э.* Введение в социальную экологию. — Нальчик: Издательство КБГСХА, 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА 3

1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ КАЛУЖСКОГО ФИЛИАЛА МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА И ОКРЕСТНОСТЕЙ 5

2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ» 17

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО КУРСУ «ЭКОЛОГИЯ» 53

3.1. Определение концентрации вредных веществ в воздухе 53

3.2. Определение коэффициентов разбавления для приведения концентрации вредных веществ до величины ПДК 61

3.3. Распространение в атмосфере вредных веществ, которые содержатся в выбросах промышленных предприятий 64

4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ» 76

4.1. Определение концентрации вредных веществ в природных водоемах и сточных водах 76

4.2. Расчет необходимой степени очистки сточных вод перед их сбросом в природные водные источники 79

ЛИТЕРАТУРА 82

Сергей Михайлович Жданов
Алексей Пантелеевич Коржавый
Василий Григорьевич Челенко

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор *К.Ю. Савинченко*
Корректор *Т.В. Тимофеева*
Технический редактор *А.Л. Репкин*

Подписано в печать 28.04.2009.
Формат $60 \times 84/16$. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Печ. л. 5,25. Усл. п. л. 4,88. Тираж 50 экз. Заказ №20

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5

Изготовлено в Редакционно-издательском отделе
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел. 57–31–87