

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной экологии

ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей
среды и рациональное использование природных ресурсов»
заочной формы обучения

Минск 2012

УДК 504.54(076.5)
ББК 20.1я73
Х46

Рассмотрены и рекомендованы редакционно-издательским советом университета

Составитель
А. В. Лихачева

Рецензент

канд. химических наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии БГТУ, *В. Н. Леонтьев*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2012 год. Поз. 192.

Для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» заочной формы обучения

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2012

ВВЕДЕНИЕ

Современному специалисту в области охраны окружающей среды и рационального природопользования необходимо уметь предвидеть последствия внедрения новых технологий, знать особенности поведения различных химических соединений при их попадании в окружающую среду, оценивать их воздействие на биосферные процессы. Это особенно важно при разработке стратегии перехода к устойчивому развитию, поскольку сохранение и совершенствование человеческой цивилизации возможно только в условиях стабильного функционирования биосферы.

Одна из особенностей ситуации на сегодняшний день заключается в том, что изменения в окружающей среде опережают темпы развития методов контроля и прогнозирования ее состояния. Пока что человек лишь констатирует неблагоприятные экологические явления и не может их предотвратить. Для качественно нового подхода к описанию состояния окружающей среды как динамической химико-биологической системы необходимы данные о том, как ведут себя, какие испытывают превращения, к каким последствиям приводят те или иные химические вещества, попадающие в биосферу. От описания происходящих в природе изменений необходимо переходить к их прогнозированию и управлению качеством среды обитания. При этом традиционные методы физико-химического и биологического анализов используются в оценке состояния и динамических характеристик природных экосистем.

Химия окружающей среды – это наука о процессах, определяющих химический состав и свойства объектов окружающей среды.

По результатам изучения данной дисциплины будущий инженер-химик-эколог *должен знать*:

- основные физико-химические процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере и литосфере;

- особенности распространения, трансформации и накопления загрязняющих веществ в окружающей среде;

- механизмы трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде;

- последствия загрязнения окружающей среды;

уметь:

- определять показатели, характеризующие распространение загрязняющих веществ в окружающей среде;

– моделировать процессы миграции загрязняющих веществ в окружающей среде;

– учитывать физико-химические процессы в компонентах окружающей среды при оценке воздействия на окружающую среду.

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний по химическим процессам, протекающим в различных объектах окружающей среды (литосфере, гидросфере, атмосфере) с учетом антропогенных факторов, и выработка навыков научно обоснованной оценки качества окружающей среды и его изменения под воздействием деятельности человека.

Поставленная цель достигается путем решения следующих задач:

1) ознакомить студентов с особенностями и общей характеристикой процессов, протекающих в гидросфере, атмосфере и литосфере, раскрывая причины возникновения экологических проблем современности;

2) дать студентам знания по вопросам миграции и трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде;

3) научить будущих специалистов в области экологии оценивать сложные причинно-следственные связи, регулирующие процессы трансформации и миграции химических соединений природного и антропогенного происхождения в биосфере, предвидеть особенности поведения различных химических веществ при их попадании в окружающую среду.

Дисциплина «Химия окружающей среды» находится во взаимосвязи с другими дисциплинами учебного плана специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»: «Мониторинг окружающей среды», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза», «Науки о Земле», «Поверхностные явления и дисперсные системы».

«Химия окружающей среды» – дисциплина, которая формирует у студентов систему знаний, необходимых будущим специалистам для организации своей профессиональной деятельности в области мониторинга окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду хозяйственных объектов, проектирования природоохранных мероприятий и др.

Программа дисциплины «Химия окружающей среды» направлена на усвоение комплекса знаний, необходимых для практической деятельности, на формирование навыков выбора эффективных управленческих решений.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

По существующему плану дисциплина изучается студентами V курса заочного отделения на очных и заочных занятиях. Очные занятия проводятся во время сессии и заключаются в прослушивании обзорных лекций и выполнении цикла лабораторных работ. Перед сессией студент-заочник самостоятельно выполняет контрольную работу по дисциплине, которая включает нижеперечисленные темы.

Введение в дисциплину «Химия окружающей среды»

Предмет «Химии окружающей среды». Ее связь с другими науками. Сравнительная характеристика природных и антропогенных изменений окружающей среды.

Раздел 1. МИГРАЦИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ

1.1. Общая характеристика процессов миграции и аккумуляции химических соединений. Классификация химических форм мигрирующих элементов. Типы миграции загрязняющих веществ в окружающей среде.

1.2. Особенности распространения, трансформации и накопления загрязняющих веществ в окружающей среде. Изменения веществ в окружающей среде. Перенос веществ между различными средами. Перенос почва–вода. Перенос вода–воздух. Перенос почва–воздух. Географический и биотический перенос. Круговорот химических элементов в окружающей среде.

Раздел 2. ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

2.1. Строение и состав атмосферы. Строение атмосферы. Распределение температуры, давления и других параметров по высоте. Причины образования характерных слоев в атмосфере. Температурный профиль атмосферы. Химический состав атмосферы. Изменение химического состава по высоте.

Атмосферные циркуляции. Солнечное излучение. Влияние солнечного излучения на строение и состав верхних слоев атмосферы Земли. Космическое излучение. Радиационный баланс планеты. Ра-

диоактивные изотопы в атмосфере. Основные источники поступления. Проблема радона. Биологические эффекты малых доз облучения.

Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в атмосфере.

2.2. Физико-химические процессы в верхних слоях атмосферы. Процессы образования и рекомбинации ионов в верхних слоях атмосферы. Электроны в ионосфере. Фотохимические процессы в стратосфере. Озоновый слой планеты. Образование и разрушение озона в стратосфере. Нулевой цикл озона. Влияние оксидов азота, галогеносодержащих органических соединений и соединений водорода на нулевой цикл озона.

2.3. Физико-химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы в тропосфере. Гидроксидный и гидропероксидный радикалы. Химические превращения органических веществ в тропосфере. Фотохимическое окисление метана. Реакции гомологов метана. Превращение с участием соединений азота. Атмосферный цикл соединений азота. Превращение с участием соединений серы. Атмосферный цикл соединений серы.

2.4. Дисперсные системы в атмосфере. Классификация аэрозолей. Распределение частиц по размерам. Источники образования и пути вывода аэрозолей. Последствия увеличения концентрации аэрозолей в атмосфере. Конденсация паров воды в атмосфере. Облачность. Атмосферные осадки.

2.5. Закисление природной среды. Кислотообразующие вещества в атмосфере. Кислотные дожди. Трансграничный перенос. Экотоксикология кислотных дождей. Закисление озер, водотоков и почв. Его влияние на подвижность элементов.

2.6. Образование смога. Классификация и характеристика типов смога. Механизм образования смога. Последствия возникновения смога.

2.7. Глобальное изменение климата. Факторы изменения климата. Причины и последствия изменения климата. Условия возникновения естественного «парникового эффекта». Источники поступления парниковых газов в атмосферу. Последствия «парникового эффекта».

2.8. Процессы самоочищения в атмосферном воздухе. Общая характеристика процессов самоочищения в атмосферном воздухе. Время жизни микропримесей в атмосфере.

2.9. Качество атмосферного воздуха в Республике Беларусь. Факторы, определяющие состояние атмосферного воздуха в Респуб-

лике Беларусь. Изменение состояния атмосферного воздуха в Республике Беларусь. Причины и последствия изменения климата Республики Беларусь.

Раздел 3. ХИМИЯ ГИДРОСФЕРЫ

3.1. Характеристика процессов, протекающих в природных водах. Основные виды природных вод и особенности их состава. Химический состав природных вод: растворенные газы, главные ионы, биогенные элементы, микроэлементы, растворенное органическое вещество. Уникальные свойства воды. Вода как растворитель. Гидрологический цикл.

Радиоактивные изотопы в океане. Природные и антропогенные источники поступления радиоактивных изотопов в природные воды.

Факторы формирования химического состава природных вод. Процессы формирования химического состава природных вод.

Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в природных водах.

3.2. Кислотно-основное равновесие в природных водах. Карбонатные системы природных вод. Растворимость карбонатов и рН природных вод. Распределительная диаграмма. Карбонатная буферная система пресных поверхностных вод. Карбонатное равновесие в океане.

3.3. Окислительно-восстановительные процессы в природных водах. Окислительно-восстановительный потенциал природной воды. Окислительно-восстановительное равновесие. Взаимосвязь между окислительно-восстановительными и кислотно-основными характеристиками природной воды. Диаграммы $E - \text{pH}$. Редокс-буферность природных вод. Особенности окислительно-восстановительных процессов в водоемах. Особенности окислительно-восстановительных процессов в океане. Особенности окислительно-восстановительных процессов в подземных водах.

Роль донных отложений в формировании качества водной среды.

3.4. Свободные радикалы в природных водах. Происхождение первичных свободных радикалов. Свойства кислородного и гидроксидного радикалов. Образование и свойства органических свободных радикалов.

3.5. Тяжелые металлы в природных водах. Физические и химические формы существования ионов металлов в природных водах, зависимость токсичности от формы. Диаграммы распределения хи-

мических форм ионов в зависимости от их концентрации рН среды. Процессы комплексообразования в природных водах.

3.6. Процессы самоочищения в природных водах. Понятие «самоочищение природных вод». Физико-химические процессы самоочищения. Химическое самоочищение. Гидролиз. Фотолиз. Окисление. Биогенное инициирование радикальных процессов самоочищения. Микробиологическое самоочищение.

Процессы самоочищения природных вод от нефти и нефтепродуктов, детергентов (СПАВ), пестицидов и др.

Эвтрофикация природных вод.

3.7. Состояние природных вод Республики Беларусь. Причины и последствия изменения качественных и количественных характеристик состояния природных вод Республики Беларусь.

Раздел 4. ХИМИЯ ЛИТОСФЕРЫ

4.1. Строение литосферы. Минералы и горные породы. Образование минералов. Общая характеристика процессов выветривания минералов и горных пород

4.2. Происхождение, состав и функции почвы. Образование почвенного слоя. Его структура, уникальные свойства и функции. Основные типы почв. Понятие о географической зональности. Механический состав почв. Физика почвенного слоя. Плотность, пористость, влагоемкость и водопроницаемость.

4.3. Элементный и фазовый состав почв. Химический состав почв. Особенности элементного состава почв. Фазовый состав почвы. Формы соединений кремния в почвах. Алюмосиликаты. Гумус. Состав и основные физико-химические свойства гумусовых веществ. Роль азота, фосфора и серы в почвенных процессах. Марганец и железо в почвах.

4.4. Физико-химические свойства почв. Почвенные растворы. Концентрации и активности ионов и солей в почвенных растворах. Ионообменные и кислотно-основные свойства почв. Катионообменная способность почв. Селективность катионного обмена. Понятие о емкости катионного обмена (ЕКО) и кислотности почв. Виды почвенной кислотности. Распространение кислых почв и их продуктивность. Буферность почв.

4.5. Окислительно-восстановительные реакции и процессы в почвах. Окислительно-восстановительный потенциал почвы. Потенциалопределяющие системы в почвах. Типы окислительно-

восстановительных режимов. Влияние окислительно-восстановительных процессов на химическое состояние почв.

4.6. Микроэлементы и химическое загрязнение почв. Микроэлементы в почвах и объектах биосферы. Химическое загрязнение почв. Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в литосфере. Самоочищение почвы. Миграция и трансформация загрязняющих веществ в почве.

Загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами, радиоактивными изотопами и нефтепродуктами. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения.

Понятие геохимического барьера. Типы геохимических барьеров в почвенных средах: их роль в миграции и трансформации загрязняющих веществ в почвенном слое.

4.7. Состояние почвенного покрова Республики Беларусь. Причины и последствия изменения состояния почвенного покрова Республики Беларусь.

2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. Методические рекомендации по изучению основных разделов дисциплины. Дисциплина «Химия окружающей среды» изучается после освоения таких естественно научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, как «Общая экология», «Мониторинг окружающей среды», «Технология основных производств», «Промышленная экология», «Науки о Земле». В процессе выполнения контрольной работы и изучения теоретических вопросов будут востребованы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Поверхностные явления и дисперсные системы» и др.

Помимо рекомендуемой литературы, при работе над дисциплиной можно использовать и другие новые литературные издания, так как вопросам химии окружающей среды уделяется все больше внимания и часто отдельные разделы литературных источников, посвященных проблемам экологии, рассматривают вопросы миграции, превращения загрязняющих веществ в компонентах окружающей среды.

При изучении вопросов, входящих в раздел 1 программы дисциплины, рекомендуется использовать литературные источники [2, 18, 21]. При изучении биогеохимических циклов важнейших химических элементов необходимо обратить особое внимание на те физико-химические, химические и биологические процессы, которые обеспечивают биогеохимический круговорот веществ [5, 10, 18], а также на причины и последствия изменения циклов в результате антропогенного воздействия.

При освоении программы дисциплины основные трудности возникают в изучении вопросов миграции и трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде. Это связано с тем, что этим вопросам миграции и трансформации примесей в биосфере в последнее время уделяется много внимания и порой в литературе имеются противоречивые сведения о механизме трансформации некоторых загрязняющих веществ, об отдаленных последствиях тех или иных со-

бытий. При этом наибольшее внимание необходимо уделять уже утвердившимся мнениям и точкам зрения и как дополнение рассматривать результаты альтернативных исследований. Вопросы миграции и трансформации загрязняющих веществ в биосфере хорошо изложены в [5, 7 – 9, 13, 14, 16, 17, 21, 25, 26].

В разделе 2, посвященном химии атмосферы, необходимо изучить особенности химических превращений в различных слоях атмосферы. Здесь важно разобраться в механизме образования фотохимического смога, кислотных дождей и других негативных последствий, являющихся глобальными экологическими проблемами, связанными с загрязнением атмосферы. Эти вопросы хорошо освещены в источниках [1, 3, 4, 13, 16, 17, 19, 27, 31].

При изучении химии гидросферы студенты испытывают особые трудности. Это связано со спецификой и многообразием процессов, протекающих в водных объектах. Поэтому разделу 3 необходимо уделить больше внимания и детально разобраться в изучаемом материале [1, 4]. При работе над отдельными темами будет полезно ознакомиться с [2, 3, 7, 8, 11, 12, 17, 23].

Изучение раздела 4, посвященного химии литосферы, рекомендуется начать с источников [1, 3, 4, 6, 34]. Информацию по отдельным темам, связанным с антропогенным воздействием на почву и требующим более детального рассмотрения, можно найти в [2, 5, 18, 24, 26 – 28].

Информацию об источниках, содержащих новейшие сведения по рассматриваемым вопросам, можно получить у преподавателя.

2.2. Методические рекомендации по решению задач контрольной работы. Прежде чем приступить к решению задач контрольной работы, рекомендуется изучить теоретические основы вопросов, вынесенных в предлагаемые задачи.

2.2.1. Определение коэффициента распада загрязняющего вещества. Дифференцированный подход к изучению отдельных типов загрязнения (бактериальное, загрязнение минеральными и органическими веществами, радиоактивное загрязнение) и естественного самоочищения от них природных водоемов позволяет устанавливать в каждом конкретном случае преобладающие факторы самоочищения и способствует установлению общих закономерностей направления и скорости этого процесса.

Со сточными водами в природные водные объекты поступают как консервативные (например, хлориды, сульфаты), так и неконсервативные (например, многие органические вещества) загрязняющие вещества. Самоочищение водных объектов от консервативных веществ обуславливается только разбавлением сточной жидкости природной водой, а неконсервативных – как разбавлением, так и процессами превращения веществ (биологическими, химическими и физическими), протекающими в реках, озерах и водохранилищах.

Степень самоочищения (СС) отдельных участков водных объектов выражается в процентах убыли концентрации загрязняющего вещества относительно первоначальной концентрации:

$$CC = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100, \quad (1)$$

где C_n и C_k – концентрации вещества соответственно в начальном и конечном створе участка, мг/дм³.

Если процесс самоочищения воды от загрязняющего вещества описывается уравнением реакции первого порядка, то константа скорости K_1 суммарного процесса уменьшения концентрации в воде загрязняющего вещества или показателя загрязнения, сут⁻¹, выражается в виде

$$K_1 = \frac{\ln(C_n / C_k)}{t}, \quad (2)$$

где t – время, за которое происходит самоочищение, сут.

Коэффициент распада – это константа скорости уменьшения в воде концентрации загрязняющего вещества.

Коэффициенты распада в воде загрязняющих веществ определяются суммой взаимосвязанных процессов, протекающих в водных объектах:

– биохимического превращения в водной толще, во взвешенных веществах, в донных отложениях;

– химического окисления растворенным в воде кислородом без участия молекулярного кислорода, фотохимического окисления;

– физико-химических процессов: сорбции и соосаждения, коагуляции, образования труднорастворимых соединений, выделения из воды газов и легколетучих веществ, концентрирования в пене и прочих процессов.

Скорость каждого процесса характеризуется своим коэффициентом, зависящим от ряда факторов: специфики и активности микрофлоры, температуры воды, значений рН, интенсивности солнечной радиации, механического и минералогического составов взвешенных веществ и донных отложений и др.

Снижение концентрации в воде многих органических веществ определяется преимущественно процессами биохимического превращения и описывается уравнением

$$C_t = C_0 \cdot e^{-kt}, \quad (3)$$

где k – коэффициент скорости распада загрязняющих веществ в единицу времени; C_0 и C – концентрация вещества соответственно начальная и через время t , мг/дм³.

В простейшем случае для бесприточных участков водотоков при равномерном сбросе сточных вод постоянного состава может быть применена формула, учитывающая разбавление сточных вод природной водой и суммарный процесс превращения консервативного загрязняющего вещества ниже створа полного перемешивания:

$$C = \frac{Q_p \cdot C_p + Q_{ст} \cdot C_{ст}}{Q_p + Q_{ст}}, \quad (4)$$

где Q_p – расход водотока выше места сброса сточных вод, тыс. м³/сут; $Q_{ст}$ – расход сточных вод, тыс. м³/сут; C_p – концентрация вещества в речной воде выше места сброса сточных вод, г/м³; $C_{ст}$ – концентрация вещества в сточной воде, г/м³.

Расчет концентрации загрязняющего вещества в воде водотока в любой точке ниже створа перемещения:

$$C_x = \frac{Q_p \cdot C_p + Q_{ст} \cdot C_{ст}}{Q_p + Q_{ст}} \cdot e^{-kt}, \quad (5)$$

где C_x – концентрация вещества в расчетном створе x , г/м³; t – время пробега воды до расчетного створа, сут.

Тогда коэффициент скорости распада загрязняющего вещества k в единицу времени t можно рассчитать по формуле

$$k = \frac{\ln \frac{(Q_p + Q_{ct}) \cdot C_x}{Q_p \cdot C_p + Q_{ct} \cdot C_{ct}}}{t} \quad (6)$$

В зависимости от величины коэффициента скорости превращения все органические вещества можно разделить на три группы:

- 1 – биологически мягкие вещества ($k \geq 0,30$);
- 2 – промежуточная группа веществ ($0,05 \leq k \leq 0,30$);
- 3 – биологически жесткие вещества ($k \leq 0,05$).

2.2.2. Определение интенсивности миграции химических элементов в природных водах. Традиционно сложилось так, что для определения интенсивности миграции химических элементов в подземных и поверхностных водах используется коэффициент водной миграции

$$K_x = \frac{M_x \cdot 100}{a \cdot n_x} \quad (7)$$

где M_x – содержание элемента в воде, г/дм³; n_x – содержание элемента в водовмещающих породах или кларковое содержание в земной коре, %; a – степень минерализации воды, г/дм³.

Величина K_x позволяет сравнивать интенсивность миграции в водах различных элементов, в том числе растворенных и рассеянных.

Для определения изменения интенсивности миграции, наблюдаемой в результате антропогенной нагрузки, используют отношение K_{x1}/K_{x2} , где K_{x1} – интенсивность миграции без техногенной нагрузки, или фоновая величина; K_{x2} – интенсивность миграции, определяемая в местах антропогенного загрязнения в данное время. Сравниваться должны участки, сложенные породами аналогичного состава. При больших размерах участков следует во всех расчетах брать не содержание элемента в водовмещающих породах, а его кларковое содержание:

$$\frac{K_{x1}}{K_{x2}} = \frac{M_{x2} \cdot 100}{a_2 n_x} / \frac{M_{x1} \cdot 100}{a_1 n_x} = \frac{M_{x2} \cdot a_1}{M_{x1} \cdot a_2} \quad (8)$$

где M_{x2} – отношение содержания элемента в водах на загрязненном участке, г/дм³; M_{x1} – содержание элемента в пределах регионального фона, г/дм³. В случае подземных вод при определении величины K_{x1} (K_{x2}) целесообразно использовать кларковое содержание элемента в этих водах (табл. 1).

Содержание элементов в подземных и поверхностных водах

Элемент	Содержание элемента		
	в подземных водах, г/дм ³	в земной коре, %	в речных водах, г/дм ³
Cl	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	0,019
Br	$1,83 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-5}$
J	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-8}$
Mg	$1,86 \cdot 10^{-2}$	1,87	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Ca	$4,3 \cdot 10^{-2}$	2,96	$4,1 \cdot 10^{-4}$
Na	$4,55 \cdot 10^{-2}$	2,5	$1,035 \cdot 10^{-2}$
F	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Zn	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Sr	$1,85 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Mo	$2,06 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-8}$
K	$4,59 \cdot 10^{-3}$	2,5	$3,9 \cdot 10^{-4}$
P	$5,75 \cdot 10^{-5}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-5}$
Mn	$4,94 \cdot 10^{-5}$	0,1	$2 \cdot 10^{-6}$
Ni	$3,31 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Cu	$5,58 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6}$
Fe	$5,47 \cdot 10^{-4}$	4,65	$1 \cdot 10^{-5}$
Al	$2,79 \cdot 10^{-4}$	8,05	$1 \cdot 10^{-5}$
Ti	$1,07 \cdot 10^{-5}$	0,45	$1 \cdot 10^{-6}$
Cr	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-8}$
V	$2,06 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6}$
Zr	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-8}$
Th	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-8}$

Средний минеральный остаток для подземных вод равняется 0,43 г/дм³. Для пресных вод большинства рек и озер влажного климата минерализация обычно колеблется от 0,1 до 1,0 г/дм³.

Интенсивность миграции элементов в природных водах можно определить по табл. 2.

2.2.3. Расчет баланса химических веществ водных объектов.

Баланс химических веществ является обобщенным результатом комплексного изучения гидрохимического режима конкретного водного объекта с помощью балансового метода, содержащим количественную характеристику отдельных компонентов этого режима в их взаимосвязи.

Определение интенсивности миграции элементов в природных водах

Интенсивность миграции	Коэффициент водной миграции
Очень сильная	≥ 100
Сильная	$10 \div 100$
Средняя	$1 \div 10$
Слабая	$0,1 \div 1$
Очень слабая	$\leq 0,1$

Баланс химических веществ речного бассейна представлен ниже. Большинство его элементов (составляющих) при современном уровне знаний не поддается точному количественному учету, однако даже ориентировочная их оценка позволяет лучше понять различие в составе воды рек.

Естественными источниками поступления химических веществ на территорию речного бассейна являются:

- 1) почвенный раствор и сухие соли почв $P_{\text{почв}}$, т/год;
- 2) осадочные и изверженные породы $P_{\text{пор}}$, т/год;
- 3) атмосферные осадки $P_{\text{атм}}$, т/год;
- 4) взвешенные вещества, переносимые ветром (эоловым путем) $P_{\text{эол}}$, т/год;
- 5) продукты, образующиеся при распаде или гумификации остатков организмов $P_{\text{орг}}$, т/год;
- 6) грунтовые и подземные воды $P_{\text{гр}}$, т/год.

Одновременно происходит убыль (расход) растворенных химических веществ в результате:

- выноса их речными водами $R_{\text{и}}$, т/год;
- выноса их с поверхности ветром, испарением $R_{\text{эол}}$, т/год;
- извлечение их растениями $R_{\text{раст}}$, т/год;
- фильтрации в более глубокие горизонты подземных вод $R_{\text{ф}}$, т/год.

Уравнение баланса растворенных веществ речного водосбора имеет вид

$$P_{\text{почв}} + P_{\text{пор}} + P_{\text{атм}} + P_{\text{гр}} + P_{\text{эол}} + P_{\text{орг}} = R_{\text{и}} + R_{\text{эол}} + R_{\text{ф}} + R_{\text{раст}} \pm X, \quad (9)$$

где X – увеличение или убыль загрязняющих веществ на территории бассейна, т/год.

С учетом антропогенной составляющей уравнение баланса может быть преобразовано. Получаем

$$P_{\text{почв}} + P_{\text{пор}} + P_{\text{атм}} + P_{\text{гр}} + P_{\text{эол}} + P_{\text{св}} + P_{\text{пов}} + P_{\text{орг}} =$$

$$= P_{\text{и}} + P_{\text{эол}} + P_{\text{ф}} + P_{\text{заб}} + P_{\text{раст}} \pm X \quad (10)$$

или

$$P_{\text{почв}} + P_{\text{пор}} + P_{\text{гр}} + (P_{\text{св}} - P_{\text{заб}}) + P_{\text{пов}} + (P_{\text{атм}} - P_{\text{ф}}) + (P_{\text{эол}} - P_{\text{эол}}) + \\ + (P_{\text{орг}} - P_{\text{раст}}) = P_{\text{и}} \pm X. \quad (11)$$

где $P_{\text{св}}$ – приход вещества со сточными водами, т/год; $P_{\text{пов}}$ – приход вещества с поверхностным стоком, т/год; $P_{\text{заб}}$ – вынос вещества в результате забора воды на хозяйственные нужды, т/год.

Значения членов этого уравнения для разных речных бассейнов и интенсивность их воздействия зависят от рода условий, из которых наиболее существенны климат, рельеф, гидрогеологические условия, антропогенное воздействие.

Состав озерной воды формируется не только под воздействием притоков, но и в результате подвижного равновесия между всеми приходными и расходными составляющими солевого баланса водоема, который можно выразить следующим образом:

$$S_{\text{пр}} + S_{\text{атм}} + S_{\text{гр}} = S_{\text{ст}} + S_{\text{эол}} + S_{\text{ф}} + S_{\text{ос}} \pm X. \quad (12)$$

С учетом антропогенной составляющей

$$S_{\text{пр}} + S_{\text{атм}} + S_{\text{гр}} + S_{\text{св}} + S_{\text{пов}} = S_{\text{заб}} + S_{\text{ст}} + S_{\text{эол}} + S_{\text{ф}} + S_{\text{ос}} \pm X, \quad (13)$$

где $S_{\text{пр}}$ – количество веществ, вносимых притоками, т/год; $S_{\text{атм}}$ – количество веществ, вносимых атмосферными осадками и пылью, т/год; $S_{\text{гр}}$ – количество веществ, вносимых грунтовыми водами, т/год; $S_{\text{ст}}$ – количество веществ, выносимых стоком, т/год; $S_{\text{эол}}$ – количество веществ, выносимых с водяными брызгами ветром, испарением, т/год; $S_{\text{ф}}$ – количество веществ, теряемых при фильтрации воды из озера, т/год; $S_{\text{ос}}$ – количество веществ, выпадающих в осадок (для пресных и соленых озер CaCO_3 , MgCO_3 , соединения кремния и железа), т/год; $S_{\text{св}}$ – количество веществ, вносимых сточными водами, т/год; $S_{\text{пов}}$ – количество веществ, вносимых поверхностным стоком, т/год; $S_{\text{заб}}$ – количество веществ, теряемых при заборе воды на хозяйственные нужды, т/год.

Количество вещества в водохранилище за период, для которого составляют баланс (год, сезон, месяц), будет определяться разностью приходных и расходных компонентов за этот период по следующему уравнению:

$$M_{\text{н}} + M_{\text{р}} + M_{\text{пов}} + M_{\text{атм}} + M_{\text{гр}} + M_{\text{гтс}} + M_{\text{л.г}} + M_{\text{с.в}} + M_{\text{сдх}} + M_{\text{дн}} + \\ + M_{\text{бер}} + M_{\text{о.ж}} + M_{\text{отм}} + M_{\text{лес}} - M_{\text{з.г}} - M_{\text{заб}} - M_{\text{ф}} - M_{\text{л.о}} - M_{\text{отл}} - \\ - M_{\text{трсф}} - M_{\text{газ}} - M_{\text{к}} = \pm X, \quad (14)$$

где $M_{\text{н}}$ – количество вещества в водохранилище в начале данного пе-

риода времени, т/год; M_k – запас вещества в конце балансового периода, т/год. Приход вещества: M_p – с водой основной реки или через входные гидротехнические сооружения на ней, если водохранилище находится в каскаде, т/год; $M_{пов}$ – с поверхностным стоком, т/год; $M_{атм}$ – с атмосферными осадками, выпадающими в жидком и твердом виде на водную поверхность, т/год; $M_{гр}$ – с грунтовыми, подземными водами и водами, поступающими из бортов и дна водохранилища при его сработке, т/год; $M_{ггс}$ – с водой, поступающей через гидротехнические сооружения (сооружения ГЭС, судоходные шлюзы, плотины, оросительные системы и т. д.), исключая сооружения на основных реках, поступление по которым учитывается величиной M_p , т/год; $M_{л.т}$ – при таянии льда, плавающего и осевшего на берегу, и покрывающего его снега, т/год; $M_{с.в}$ – с промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами, т/год; $M_{сдх}$ – со сточными водами, сбрасываемыми судами, т/год; $M_{дн}$ – из донных отложений, т/год; $M_{бер}$ – в результате разрыва берегов, т/год; $M_{о.ж}$ – из живых организмов, т/год; $M_{отм}$ – из отмерших организмов, т/год; $M_{лес}$ – при лесосплаве, т/год. Расход вещества: $M_{з.г}$ – со стоком через сооружения замыкающего гидроузла, т/год; $M_{заб}$ – при заборе воды из водохранилища на орошение, водоснабжение, в судоходные каналы и на другие нужды, т/год; $M_{ф}$ – при фильтрации через борта и ложе с отводом воды за пределы водосбора водохранилища, т/год; $M_{л.о}$ – при образовании льда плавающего и осевшего на берегу в результате сработки водохранилища, т/год; $M_{отл}$ – при его переходе из воды в донные отложения, т/год; $M_{трсф}$ – в результате процессов трансформации, т/год; $M_{газ}$ – при выделении газов из водной толщи и испарении с зеркала водохранилища, т/год.

Результирующими элементами баланса химических веществ (изменение вещества в водном объекте) обычно считают аккумуляцию X , которая выражается в накоплении или расходовании запаса вещества, а также качественное и количественное его изменение в результате химических и биологических процессов непосредственно в водном объекте и антропогенного влияния.

Удельный вес отдельных статей в общем балансе химических веществ различен. Некоторые из них из-за недостатка сведений, к сожалению, приходится не учитывать: например, эоловый перенос химических веществ, поступление диоксида углерода, кислорода (в случае недонасыщения ими воды) из атмосферы и вынос их в атмосферу, ветровой вынос веществ и др. Отдельные статьи прихода и расхода

вещества оказываются иногда настолько незначительными, что при расчете баланса химических веществ ими можно пренебречь.

Для условий предложенных в контрольной работе задач баланс химических веществ будет иметь вид:

– для рек

$$P_{\text{атм}} + P_{\text{гр}} + P_{\text{св}} + P_{\text{пов}} = P_{\text{и}} + P_{\text{эол}} + P_{\text{ф}} + P_{\text{заб}} \pm X; \quad (15)$$

– озер

$$S_{\text{пр}} + S_{\text{атм}} + S_{\text{гр}} + S_{\text{с.в}} + S_{\text{пов}} = S_{\text{заб}} + S_{\text{ст}} + S_{\text{эол}} + S_{\text{ф}} \pm X; \quad (16)$$

– водохранилищ

$$M_{\text{н}} + M_{\text{р}} + M_{\text{пов}} + M_{\text{атм}} + M_{\text{гр}} + M_{\text{с.в}} - M_{\text{заб}} - M_{\text{ф}} - M_{\text{газ}} - M_{\text{к}} = \pm X. \quad (17)$$

3.КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При выполнении контрольной работы каждому студенту необходимо дать правильные и полные ответы на 6 вопросов одного из предлагаемых вариантов и решить 4 задачи. **Номер варианта контрольной работы определяет преподаватель на установочной лекции.** Номера вопросов, входящих в вариант контрольной работы, приведены в табл. 3

Таблица 3

Варианты контрольных заданий

Вариант	Вопросы						Задачи			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
1	1	49	54	82	122	123	1	1	1	1
2	2	41	52	80	124	140	2	2	2	2
3	3	46	59	84	125	144	3	3	3	3
4	4	42	53	81	126	146	4	4	4	4
5	5	45	60	86	127	145	5	5	5	5
6	6	40	61	87	138	154	6	6	6	6
7	7	48	62	89	149	155	7	7	7	7
8	8	50	63	88	151	153	8	8	8	8
9	9	47	64	85	152	156	9	9	9	9
10	10	57	70	83	159	161	10	10	10	10
11	11	58	71	92	119	157	11	11	11	11
12	12	56	65	90	99	158	12	12	12	12
13	13	43	55	91	98	160	13	13	13	13
14	14	31	47	67	93	148	14	14	14	14
15	15	32	69	94	140	150	15	15	15	15
16	16	33	54	73	95	147	16	16	16	16
17	17	34	45	75	96	143	17	17	17	17
18	18	68	76	97	142	149	18	18	18	18
19	19	72	98	116	141	159	19	19	19	19
20	20	57	74	99	117	139	20	20	20	20
21	21	58	77	100	119	137	21	21	21	21
22	22	79	101	118	136	149	22	22	22	22
23	23	51	66	102	115	134	23	23	23	23

Вариант	Вопросы						Задачи			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
24	24	39	44	103	110	132	24	24	24	24
25	25	38	48	104	112	130	25	25	25	25
26	26	37	50	105	121	128	26	26	26	26
27	27	36	73	106	114	129	27	27	27	27
28	28	35	68	107	111	131	21	28	28	28
29	29	51	72	108	120	133	22	29	29	29
30	30	44	78	109	113	135	23	30	30	30

ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Сравнительная характеристика природных и антропогенных изменений окружающей среды.

Раздел 1. МИГРАЦИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ

2. Общая характеристика процессов миграции и аккумуляции химических соединений.

3. Классификация химических форм мигрирующих элементов.

4. Типы миграции загрязняющих веществ в окружающей среде. Уравнение интенсивности миграции.

5. Факторы, определяющие миграционную способность элементов.

6. Особенности распространения, трансформации и накопления загрязняющих веществ в окружающей среде.

7. Изменения веществ в окружающей среде.

8. Перенос веществ между различными средами.

9. Характеристика процессов массопереноса в системе «почва–вода».

10. Характеристика процессов массопереноса в системе «вода–воздух».

11. Характеристика процессов массопереноса в системе «почва–воздух».

12. Характеристика процессов географического и биотического массопереноса.

13. Круговорот веществ в биосфере. Процессы, обеспечивающие биогеохимический круговорот веществ.

14. Биогеохимический цикл кислорода.
15. Биогеохимический цикл азота.
16. Биогеохимический цикл фосфора.
17. Биогеохимический цикл серы.
18. Биогеохимический цикл кремния.
19. Биогеохимические циклы железа, алюминия, марганца.
20. Биогеохимические циклы тяжелых металлов.
21. Биогеохимический цикл кальция.
22. Биогеохимический цикл ртути.
23. Биогеохимический цикл свинца.
24. Нарушение биогеохимических циклов в результате антропогенного воздействия.
25. Миграция окружающую среду нефти и нефтепродуктов и их трансформация в ней.
26. Миграция окружающую среду пестицидов и их трансформация в ней.
27. Миграция окружающую среду тяжелых металлов и их трансформация в ней.
28. Миграция окружающую среду минеральных удобрений и их трансформация в ней.
29. Миграция окружающую среду детергентов и их трансформация в ней.
30. Миграция окружающую среду фреонов и их трансформация в ней.
31. Миграция окружающую среду полимерных соединений и их трансформация в ней.
32. Миграция окружающую среду полициклических ароматических углеводородов и их трансформация в ней.
33. Химические процессы в орошаемых и мелиорируемых почвах.
34. Особенности трансформации и миграции радиоактивных изотопов в биосфере. Экологические последствия радиоактивного загрязнения биосферы.

Раздел 2. ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

35. Строение и состав атмосферы.
36. Строение атмосферы. Распределение температуры, давления и других параметров по высоте.

37. Причины образования характерных слоев в атмосфере. Температурный профиль атмосферы.
38. Химический состав атмосферы. Изменение химического состава по высоте.
39. Атмосферные циркуляции.
40. Солнечное излучение. Влияние солнечного излучения на строение и состав верхних слоев атмосферы Земли. Космическое излучение.
41. Радиационный баланс планеты. Влияние антропогенных факторов воздействия на радиационный баланс планеты.
42. Радиоактивные изотопы в атмосфере. Основные источники поступления.
43. Проблема радона. Биологические эффекты малых доз облучения.
44. Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в атмосфере.
45. Физико-химические процессы в верхних слоях атмосферы.
46. Процессы образования и рекомбинации ионов в верхних слоях атмосферы. Электроны в ионосфере.
47. Фотохимические процессы в стратосфере.
48. Озоновый слой планеты. Образование и разрушение озона в стратосфере. Нулевой цикл озона.
49. Влияние оксидов азота на нулевой цикл озона.
50. Влияние хлорсодержащих органических соединений на нулевой цикл озона.
51. Влияние бромсодержащих органических соединений на нулевой цикл озона.
52. Влияние соединений водорода на нулевой цикл озона.
53. Физико-химические процессы в тропосфере.
54. Свободные радикалы в тропосфере. Гидроксидный и гидропероксидный радикалы.
55. Химические превращения органических веществ в тропосфере.
56. Фотохимическое окисление метана. Реакции гомологов метана.
57. Превращение с участием соединений азота в тропосфере. Атмосферный цикл соединений азота.
58. Превращение с участием соединений серы в тропосфере. Атмосферный цикл соединений серы.

59. Дисперсные системы в атмосфере.
60. Классификация атмосферных аэрозолей. Распределение частиц по размерам.
61. Источники образования и пути вывода аэрозолей.
62. Последствия увеличения концентрации аэрозолей в атмосфере.
63. Конденсация паров воды в атмосфере. Облачность. Атмосферные осадки.
64. Закисление природной среды.
65. Кислотообразующие вещества в атмосфере. Кислотные дожди. Трансграничный перенос кислотных осадков.
66. Экотоксикология кислотных дождей.
67. Закисление озер, водотоков и почв. Его влияние на подвижность элементов.
68. Образование смога. Классификация и характеристика типов смога. Механизм образования смога. Последствия возникновения смога.
69. Характеристика фотохимического смога.
70. Глобальное изменение климата.
71. Факторы изменения климата.
72. Причины и последствия изменения климата.
73. Условия возникновения естественного «парникового эффекта». Источники поступления парниковых газов в атмосферу. Последствия «парникового эффекта».
74. Процессы самоочищения в атмосферном воздухе.
75. Время жизни микропримесей в атмосфере.
76. Качество атмосферного воздуха в Республике Беларусь.
77. Факторы, определяющие состояние атмосферного воздуха в Республике Беларусь.
78. Изменение состояния атмосферного воздуха в Республике Беларусь.
79. Причины и последствия изменения климата Республики Беларусь.

Раздел 3. ХИМИЯ ГИДРОСФЕРЫ

80. Характеристика процессов, протекающих в природных водах.
81. Основные виды природных вод и особенности их состава.

82. Химический состав природных вод: растворенные газы, главные ионы, биогенные элементы, микроэлементы, растворенное органическое вещество.
83. Уникальные свойства воды. Вода как растворитель.
84. Гидрологический цикл.
85. Радиоактивные изотопы в океане.
86. Природные и антропогенные источники поступления радиоактивных изотопов в природные воды.
87. Факторы формирования химического состава природных вод.
88. Процессы формирования химического состава природных вод.
89. Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в природных водах.
90. Кислотно-основное равновесие в природных водах. Карбонатные системы природных вод.
91. Растворимость карбонатов и рН природных вод. Распределительная диаграмма.
92. Карбонатная буферная система пресных поверхностных вод. Карбонатное равновесие в океане.
93. Окислительно-восстановительные процессы в природных водах.
94. Окислительно-восстановительный потенциал природной воды. Окислительно-восстановительное равновесие.
95. Взаимосвязь между окислительно-восстановительными и кислотно-основными характеристиками природной воды. Диаграммы E – рН.
96. Редокс-буферность природных вод.
97. Особенности окислительно-восстановительных процессов в водоемах.
98. Особенности окислительно-восстановительных процессов в океане.
99. Особенности окислительно-восстановительных процессов в подземных водах.
100. Роль донных отложений в формировании качества водной среды.
101. Свободные радикалы в природных водах.
102. Происхождение первичных свободных радикалов в природных водах.

103. Свойства кислородного радикала в природных водах.
104. Свойства гидроксидного радикала в природных водах.
105. Образование и свойства органических свободных радикалов в природных водах.
106. Тяжелые металлы в природных водах.
107. Физические и химические формы существования ионов металлов в природных водах, зависимость токсичности от формы.
108. Диаграммы распределения химических форм ионов в зависимости от их концентрации и рН среды.
109. Процессы комплексообразования в природных водах.
110. Процессы самоочищения в природных водах.
111. Понятие «самоочищение природных вод».
112. Физико-химические процессы самоочищения природных вод.
113. Химическое самоочищение природных вод. Гидролиз. Фотолиз. Окисление.
114. Биогенное инициирование радикальных процессов самоочищения природных вод.
115. Микробиологическое самоочищение природных вод.
116. Процессы самоочищения природных вод от нефти и нефтепродуктов.
117. Процессы самоочищения природных вод от детергентов (СПАВ).
118. Процессы самоочищения природных вод от пестицидов.
119. Эвтрофикация природных вод.
120. Состояние природных вод Республики Беларусь.
121. Причины изменения качественных и количественных характеристик состояния природных вод Республики Беларусь.
122. Последствия изменения качественных и количественных характеристик состояния природных вод Республики Беларусь.

Раздел 4. **ХИМИЯ ЛИТОСФЕРЫ**

123. Строение литосферы.
124. Минералы и горные породы. Образование минералов.
125. Общая характеристика процессов выветривания минералов и горных пород.
126. Происхождение, состав и функции почвы.
127. Образование почвенного слоя. Его структура, уникальные свойства и функции.

128. Основные типы почв.
129. Понятие о географической зональности.
130. Механический состав почв.
131. Физика почвенного слоя. Плотность, пористость, влагоемкость и водопроницаемость.
132. Элементный и фазовый состав почв. Изменение состава почв под действием антропогенных факторов воздействия.
133. Химический состав почв. Особенности элементного состава почв.
134. Фазовый состав почвы.
135. Формы соединений кремния в почвах. Алюмосиликаты.
136. Гумус. Состав и основные физико-химические свойства гумусовых веществ.
137. Роль азота, фосфора и серы в почвенных процессах.
138. Марганец и железо в почвах.
139. Физико-химические свойства почв.
140. Почвенные растворы. Концентрации и активности ионов и солей в почвенных растворах.
141. Ионообменные и кислотно-основные свойства почв.
142. Катионообменная способность почв. Селективность катионного обмена. Понятие о емкости катионного обмена (ЕКО).
143. Понятие о кислотности почв. Виды почвенной кислотности.
144. Распространение кислых почв и их продуктивность. Буферность почв.
145. Окислительно-восстановительные реакции и процессы в почвах. Окислительно-восстановительный потенциал почвы. Потенциалоопределяющие системы в почвах.
146. Типы окислительно-восстановительных режимов почвы.
147. Влияние окислительно-восстановительных процессов на химическое состояние почв.
148. Микроэлементы и химическое загрязнение почв. Микроэлементы в почвах и объектах биосферы.
149. Химическое загрязнение почв.
150. Общая характеристика и особенности процессов, протекающих в литосфере.
151. Самоочищение почвы.
152. Миграция и трансформация загрязняющих веществ в почве.

153. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения.

154. Загрязнение почв пестицидами. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения.

155. Загрязнение почв радиоактивными изотопами. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения.

156. Загрязнение почв нефтепродуктами. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения.

157. Понятие геохимического барьера. Типы геохимических барьеров в почвенных средах: их роль в миграции и трансформации загрязняющих веществ в почвенном слое.

158. Состояние почвенного покрова Республики Беларусь.

159. Причины изменения состояния почвенного покрова Республики Беларусь.

160. Последствия изменения состояния почвенного покрова Республики Беларусь.

161. Виды антропогенного воздействия на почву.

ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1. Определить коэффициент скорости распада загрязняющего вещества, сбрасываемого со сточными водами в водоток, за время t (исходные данные к задаче определить в соответствии с вариантом по прил. 1). Сделать вывод о биологической жесткости вещества.

Задача 2. Оценить интенсивность миграции элементов в подземных и поверхностных водах (данные для расчета представлены в табл. 1 и 2). Задание выбрать в соответствии с вариантом по табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные для решения задачи

Вариант	Элемент		Вариант	Элемент	
1	Хлор	Торий	16	Железо	Кальций
2	Бром	Цирконий	17	Алюминий	Натрий
3	Йод	Ванадий	18	Титан	Фтор

Вариант	Элемент		Вариант	Элемент	
4	Магний	Хром	19	Хром	Цинк
5	Кальций	Титан	20	Ванадий	Стронций
6	Натрий	Алюминий	21	Цирконий	Молибден
7	Фтор	Железо	22	Торий	Калий
8	Цинк	Медь	23	Йод	Бром
9	Стронций	Никель	24	Марганец	Железо
10	Молибден	Марганец	25	Никель	Алюминий
11	Калий	Фосфор	26	Фтор	Хлор
12	Фосфор	Бром	27	Стронций	Кальций
13	Марганец	Йод	28	Калий	Натрий
14	Никель	Магний	29	Титан	Цирконий
15	Медь	Хлор	30	Хром	Ванадий

Задача 3. Определить, как изменится интенсивность миграции компонентов поверхностных вод при условии антропогенного загрязнения водного объекта. Проанализируйте полученные результаты. Для расчета используйте данные прил. 2 и табл. 5.

Таблица 5

Исходные данные для решения задачи

Вариант	Источник загрязнения	Компонент			
1	Средний город (крупный промышленный центр)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-
2	Средний город (металлообрабатывающие и машиностроительные заводы)	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	NO_2^-
3	Средний город (промышленный центр)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	Ca^{2+}
4	Малый город (химический завод)	HCO_3^-	Cl^-	NO_3^-	NO_2^-
5	Малый город (коксохимический завод)	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	PO_4^{3-}
6	Малый город (научный центр физического направления)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+
7	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 1-й водоток	Cl^-	NO_3^-	Mg^{2+}	K^+
8	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком во 2-й водоток	HCO_3^-	SO_4^{2-}	NO_2^-	PO_4^{3-}
9	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 3-й водоток	PO_4^{3-}	Cl^-	NO_3^-	NO_2^-
10	Малый город (машиностроительный завод)	Cl^-	NO_3^-	Na^+	K^+
11	Средний город (крупный промышленный)	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}

Вариант	Источник загрязнения	Компонент			
	центр)				
12	Средний город (металлообрабатывающие и машиностроительные заводы)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_2^-
13	Средний город (промышленный центр)	NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	PO_4^{3-}
14	Малый город (химический завод)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
15	Малый город (коксохимический завод)	NO_3^-	NO_2^-	Na^+	Ca^{2+}
16	Малый город (научный центр физическо-го направления)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	PO_4^{3-}
17	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 1-й водоток	SO_4^{2-}	Cl^-	PO_4^{3-}	NO_2^-
18	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком во 2-й водоток	NO_3^-	NO_2^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}
19	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 3-й водоток	HCO_3^-	NO_3^-	Cl^-	PO_4^{3-}
20	Малый город (машиностроительный завод)	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+
21	Средний город (крупный промышленный центр)	Cl^-	NO_3^-	Na^+	Ca^{2+}
22	Средний город (металлообрабатывающие и машиностроительные заводы)	NO_3^-	NO_2^-	Mg^{2+}	K^+
23	Средний город (промышленный центр)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	NO_2^-
24	Малый город (химический завод)	NO_2^-	SO_4^{2-}	Cl^-	PO_4^{3-}
25	Малый город (коксохимический завод)	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	K^+
26	Малый город (научный центр физическо-го направления)	NO_3^-	NO_2^-	Na^+	K^+
27	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 1-й водоток	HCO_3^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	PO_4^{3-}
28	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком во 2-й водоток	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	NO_3^-	NO_2^-
29	Свалка промышленных и бытовых отходов со стоком в 3-й водоток	Cl^-	NO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}
30	Малый город (машиностроительный завод)	HCO_3^-	NO_2^-	Cl^-	PO_4^{3-}

Задача 4. Составить баланс химических веществ в водных объектах в соответствии с заданием. Сделать вывод о сходимости баланса и причинах отклонений. Для расчета использовать данные, приведенные в прил. 3 и табл. 6.

Таблица 6

Исходные данные для решения задачи

Вариант	Водный объект	Вещество
1	Двина	Органические вещества (по БПК)
2	Неман	Нефтепродукты
3	Вилия	Взвешенные вещества
4	Буг	Нитриты
5	Днепр	Азот аммонийный
6	Березина	Органические вещества (по БПК)
7	Свислочь	Нефтепродукты
8	Сож	Азот аммонийный
9	Припять	Нитриты
10	Мухавец	Органические вещества (по БПК)
11	Ясельда	Взвешенные вещества
12	Горынь	Азот аммонийный
13	Птичь	Нитриты
14	Вилейское водохранилище	Цинк
15	Лукомское озеро	Фенол
16	Озеро Дривяты	Никель
17	Озеро Нарочь	Нефтепродукты
18	Солигорское водохранилище	Хлориды
19	Озеро Сенно	Медь
20	Освейское озеро	Нефтепродукты
21	Озеро Мястро	Никель
22	Чигирское водохранилище	Органические вещества (по БПК)
23	Вилейское водохранилище	Нитриты
24	Лукомское озеро	Нефтепродукты
25	Чигирское водохранилище	Нефтепродукты
26	Солигорское водохранилище	Калий
27	Освейское озеро	Органические вещества (по БПК)
28	Двина	Взвешенные вещества
29	Неман	Органические вещества (по БПК)
30	Вилия	Нефтепродукты

ЛИТЕРАТУРА

1. Задачи и вопросы по химии окружающей среды / Н. П. Тарасова, В. А. Кузнецов [и др.]. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
2. Гусакова, Н. В. Химия окружающей среды. Серия «Высшее образование» / Н. В. Гусакова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 192 с.
3. Трифонов, К. И., Девисилов, В. А. Физико-химические процессы в техносфере / К. И. Трифонов, В. А. Девисилов. – М.: Форум, 2007. – 385 с.
4. Скурлатов, Ю. И. Введение в экологическую химию / Ю. И. Скурлатов. – М.: Высшая школа, 1999. – 410 с.
5. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.
6. Орлов, Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М.: Высшая школа, 2005. – 558 с.
7. Голдовская, Л. Ф. Химия окружающей среды / Л. Ф. Голдовская. – М.: Мир, 2007. – 294 с.
8. Владимиров, А. М. Охрана окружающей среды / А. М. Владимиров, Ю. И. Ляхин, Л. Т. Матвеев, В. Г. Орлов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 362 с.
9. Тинсли, И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде / И. Тинсли. – М.: Мир, 1982. – 281 с.
10. Вернадский, В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1988. – 212 с.
11. Алекин, О. А., Ляхин Ю.И. Химия океана / О. А. Алекин, Ю. И. Ляхин. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 354 с.
12. Драйвер, Дж. Геохимия природных вод / Дж. Драйвер. – М.: Мир, 1985. – 432 с.
13. Исидоров, В. А. Органическая химия атмосферы / В. А. Исидоров. – М.: Наука, 1992. – 280 с.
14. Мельников, Н. Н. Пестициды и окружающая среда / Н. Н. Мельников, А. И. Волков, О. А. Короткова. – М.: Химия, 1977. – 423 с.
15. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, П. Лисс. – М.: Мир, 1999. – 271 с.
16. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: справочник. В 2 ч. / под ред. Калверта С., Инглунда Г. М. – М.: Металлургия, 1988. – 760 с.

17. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды / Г. Фелленберг. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
18. Орлов, Д.С. Биогеохимия / Д. С. Орлов. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 320 с.
19. Химия нижней атмосферы / под ред. С. Расула – М.: Мир, 1976. – 408 с.
20. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
21. Экологическая химия / под ред. Ф. Кортэ. – М.: Мир, 1997. – 396 с.
22. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия / А. К. Пикаев. – М.: Наука, 1985. – 480 с.
23. Справочник по гидрохимии / под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.
24. Ковда, В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. – Минск: Недра, 2000. – 347 с.
25. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В. М. Гольдберг [и др.]. – М.: Наука, 2001. – 125 с.
26. Орлов, Д. С. Химические процессы в орошаемых и мелиорируемых почвах / Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. – М.: МГУ, 1990. – 96 с.
27. Блинов, Л. Н. Основы экологической химии. В 2 ч. / Л. Н. Блинов, Т. Н. Оркина. – СПб.: Издательство СПб ГТУ, 2001. - Ч. 1. – 78 с.
28. Почвоведение. В 2 ч. / под ред. В. А. Ковды. – М.: Высшая школа, 1988. – 342 с.
29. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 489 с.
30. Бримблкумб, П. Состав и химия атмосферы / П. Бримблкумб. – М.: Мир, 1988. – 325 с.
31. Справочное руководство гидрогеолога. В 2 т. / под ред. В. М. Максимова. – Л.: Недра, 1979. – Т. 1. – 512 с.
32. Федзюковіч, М. І. і інш. Радыяцыя, нітраты і чалавек / М. І. Федзюковіч [і інш.]. – Мінск: Ураджай, 1998. – 112 с.
33. Горбылева, А. И., Воробьев В.Б., Петровский Е.И. Почвоведение / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский. – Минск: Новое знание, 2012. – 400 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Программа дисциплины «Химия окружающей среды».....	5
2. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы.....	10
3. Контрольные задания по дисциплине.....	20
Приложения.....	32
Литература.....	41