

## **Перечень вопросов вступительных испытаний по направлению 04.06.01 — Химические науки (Физическая химия, Экология)**

### **1. Основные понятия**

Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Философские основы физической химии.

### **2. Химическая термодинамика Применение первого начала термодинамики к химическим процессам (термохимия)**

Закон сохранения энергии. Внутренняя энергия, теплота и работа. Функции состояния и функции переноса. Работа расширения (сжатия) идеального газа: изотермическое, изобарное и изобарно-изотермическое. Теплота процессов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Тепловые эффекты: теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, разведения и т. д. Вычисление теплот образования. Таблицы стандартных теплот образования соединений и ионов из простых веществ. Способы вычисления тепловых эффектов из циклов, теплот образования, теплот сгорания, теплот растворения и энергий связи.

Зависимость теплового эффекта от температуры (Уравнение Кирхгофа). Теплоемкость истинная и средняя. Эмпирические закономерности для теплоемкости твердых и жидких тел. Интерполяционные уравнения теплоемкости. Составление уравнений.  $H = f(T)$ .

### **3. Второе начало термодинамики**

Самопроизвольно протекающие необратимые процессы. Термодинамически обратимые процессы, работа обратимых процессов. Превращение теплоты в работу, коэффициент полезного действия. Энтропия. Аналитическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия идеального газа как функция объема (давления) и температуры. Изменение энтропии в различных процессах (нагрев, расширение, фазовые переходы). Изменение энтропии в изолированной системе как критерий направления процесса.

### **4. Применение второго начала термодинамики к химическим процессам**

Термодинамическое и химическое понятие обратимости процесса. Максимальная работа и максимальная полезная работа. Термодинамические потенциалы как мера трудоспособности системы и как критерий направления процесса. Изохорно-изотермический потенциал (энергия Гельмгольца) и изобарно-изотермический потенциал (энергия Гиббса). Свободная и связанная энергии. Характеристические функции. Зависимости  $F=f(V,T)$  и  $G=f(P,T)$ . Уравнения Гельмгольца-Гиббса. Зависимость изобарно-изотермического потенциала системы от его состава. Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность (летучесть), активность и коэффициент активности реального газа. Использование приведенных параметров для нахождения коэффициента активности.

Химическое равновесие. Вывод уравнения изотермы химической реакции. Термодинамические константы равновесия  $K_a$ ,  $K^{\wedge}$  Практические константы равновесия. Выражение констант равновесия через парциальные давления, концентрации, молярные доли и числа молей. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени диссоциации. Влияние давления и добавки инертного газа на сдвиг равновесия. Гетерогенные реакции. Константы равновесия гетерогенных реакций. Зависимость константы равновесия от температуры. Вывод уравнения изобары (изохоры) химической реакции. Уравнение изобары как количественное выражение правила Ле-Шателье Интегрирование уравнений изобары без учета и с учетом температурной зависимости теплового эффекта. Составление уравнения  $\lg K_p = f(T)$ . Тепловая теорема Нернста,

применение её к твердофазным процессам. Энтропия кристаллических веществ вблизи абсолютного нуля, постулат планка. Вычисление абсолютной энтропии. Вычисление константы равновесия: приближенные с точные способы. Применение таблиц стандартных термодинамических величин.

## **5. Фазовые равновесия и растворы неэлектролитов**

Понятие «фаза», «составляющие вещества», «компоненты», «степени свободы». Условия термодинамического равновесия между фазами. Правило фаз Гиббса.

## **6. Однокомпонентные системы**

Связь между теплотой фазового перехода, температурой и давлением. Вывод и анализ уравнения Клайперона-Клаузиуса. Применение правила фаз к разбору диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Монотропные и энантиотропные превращения.

## **7. Двухкомпонентные системы**

Термодинамика растворов. Общая характеристика растворов. Закон Рауля. Идеальные предельно разбавленные атермальные регулярные растворы. Парциальные мольные величины, методы их определения. Уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонента в идеальном растворе. Активность и коэффициент активности. Выбор стандартного состояния для растворителя и растворенного вещества. Вычисление активности растворителя и растворенного вещества по давлению пара, понижению температуры замерзания и из осмотического давления. Коллигативные свойства.

Растворы газов и жидкостей. Применение закона Генри. Влияние давлений и температуры на растворимость газов в жидкостях. Растворимость газов в растворах электролитов.

## **8. Метод физико-химического анализа**

Диаграммы «состав-свойство». Принципы непрерывности и соответствия (Н. С. Курнаков).

Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Первый закон Коновалова. Диаграммы «общее давление-состав», «температура кипения-состав», «состав раствора-состав пара» для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля и их причины. Азеотропные растворы. Второй закон Коновалова. Диаграммы «общее давление-состав», «температура кипения-состав», «состав раствора-состав пара» для систем с экстремумами. Перегонка растворов с минимумом и максимум температуры кипения.

Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Диаграммы «общее давление-состав», «температура кипения-состав» для систем с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей. Давление пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с водяным паром. Изменение характера диаграмм состояния в зависимости от давления.

Равновесие «кристаллы-жидкость». Идеальная растворимость твердых веществ в жидкости (уравнение Шредингера). Термический анализ, кривые охлаждения. Диаграммы растворимости (плавкости) двухкомпонентных систем. Системы с полной взаимной нерастворимостью в твердом и жидком состояниях, с простой эвтектикой (без твердых растворов), с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии, с образованием химических соединений, плавящихся конгруентно и инконгруентно.

## **9. Трехкомпонентные системы**

Графическое изображение состава в треугольниках Гиббса и Розебома и в прямоугольных координатах. Диаграммы состояния тройных систем с ограниченной растворимостью. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем. Изотермы растворимости двух солей с одинаковыми ионами.

Распределение растворенного вещества между двумя жидкими фазами. Коэффициент распределения. Экстрагирование.

## **10. Растворы электролитов и термодинамика гальванических элементов. Растворы электролитов**

Образование растворов электролитов. Влияние растворителей на диссоциацию. Сольватация. Изотонический и осмотический коэффициенты. Обобщенные теории кислот и оснований (протолитическая и др.). Строение растворов в сильных электролитах. Основы электростатической теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Вычисление коэффициентов активности. Равновесия растворов электролитов. Термодинамические и практические константы равновесия (константы диссоциации, гидролиза, ионной произведения воды, произведения растворимости); влияние ионной силы.

Электропроводность растворов. Подвижность ионов. Удельная и эквивалентная электропроводности, связь с подвижностью ионов; зависимость от концентрации. Предельная эквивалентная электропроводность. Зависимость электропроводности от температуры. Числа переноса, их использование для определения электропроводности ионов. Теория электропроводности сильных электролитов Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электропроводность в высоко частотном поле и в поле с высоким градиентом потенциала (эффект Дебая-Фалькенгагена и Вина). Практическое использование измерений электропроводности (кондуктометрическое титрование, определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, растворимости труднорастворимых солей).

## **11. Термодинамика гальванических элементов**

Возникновение электродных потенциалов и двойного электрического слоя. Равновесный электродный потенциал (вывод уравнения). Ток обмена. Обратимые и необратимые электроды. Классификация электродов. Электроды I рода (металлические газовые, амальгамные). Электроды II рода. Редокс-электроды. Стекланный электрод. Вычисление электродных потенциалов электродов различных типов. Типы гальванических элементов: химические и концентрационные. Диффузионный потенциал, возникновение, вычисление и устранение его. Элементы без переноса ионов. Термодинамическое вычисление ЭДС гальванического элемента. Стандартные потенциалы (ряд напряжений) и их использование. Определение  $J$ ,  $N$ ,  $S$  и  $K_a$  реакции, протекающей в элементе. Зависимость ЭДС от температуры. Уравнение Гельмгольца-Гиббса. Практическое использование потенциометрических измерений (определение коэффициентов активности в цепи без переноса, определение  $pH$ , констант диссоциации и гидролиза, произведения растворимости, констант нестойкости комплексов, потенциометрическое титрование). Химические источники тока.

## **12. Элементы учения о строении вещества. Химическая связь**

Типы связей. Электроотрицательности атомов. Кривые потенциальной энергии. Уравнение Ми и Морзе. Образование ионной связи. Вычисление энергии ионной связи в газовой молекуле. Взаимная поляризация ионов. Энергия ионной кристаллической решетки, уравнение Борна. Цикл Габер-Борна. Ковалентная связь. Основное уравнение квантовой механики (Шредингера). Волновые функции водорода и водородоподобных ионов. Многоэлектронные атомы. Вычисление энергии ковалентных связей, вариационный метод. Основы метода молекулярных орбиталей. Волновые функции связывающих и разрыхляющих орбиталей на примере молекул  $He_2^+$  и  $He_2$ . Образование МО из АО в гомо- и гетероядерных двухатомных молекулах ( $Ne$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $O_2$  и пр.) без учета гибридизации. Метод валентных связей на примере образования молекул водорода. Координатная, спиновая и полная волновые функции. Условия возникновения

связей. Гибридизация. Пространственное строение молекул. Молекулярные диаграммы. Понятие о теории кристаллического поля.

### **13. Методы изучения строения молекул**

Электрические свойства молекул. Поляризация неполярных и полярных молекул в постоянном и переменном электрических полях. Уравнение Клаузиуса-Мосотти, Дебая, Лоренц-Лорентца. Использование молекулярной рефракции и дипольных моментов для определения строения молекул. Определение дипольных моментов.

Магнитные свойства атомов и молекул. Диамагнитные и парамагнитные молекулы. Применение ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) для суждения о строении молекул.

Молекулярные спектры. Общая характеристика молекулярных спектров. Вращательная энергия. Вращательные спектры, вычисление моментов инерции и межатомных расстояний. Колебание атомов в молекуле. Колебательные энергии. Гармонические и ангармонические колебания, потенциальные кривые. Вычисление собственных частот колебания и коэффициентов ангармоничности. Типы колебаний в одноатомных молекулах (нормальные колебания, вырожденные колебания). Колебательно-вращательные спектры. Р-, R- и Q-ветви, их происхождение. Энергия диссоциации, вычисление её. Электронно-колебательно-вращательные спектры. Диссоциация электронно невозбужденных и возбужденных молекул с ковалентной и ионной связью. Спектры комбинационного рассеивания, сопоставление их и ИК-спектрами. Спектр поглощения жидкостей. Закон Ламберта-Бутера-Бора.

### **14. Межчастичные взаимодействия**

Взаимодействие между ионами и молекулами. Межмолекулярные (Ван-дер-Ваальсовы) взаимодействия: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Водородная связь. Структура воды.

### **15. Основы статистической термодинамики**

Микро- и микросостояния системы. Термодинамическая вероятность, её связь с энтропией. Равновесие как наиболее вероятное состояние системы.

Статическая сумма по состояниям. Статический вес. Выражение термодинамических функций ( $U$ ,  $H$ ,  $S$ ,  $F$ ,  $G$ ,  $C_v$ ,  $C_p$ ) через сумму по состояниям. Нулевая энергия. Вычисление поступательной, вращательной, и электронной сумм по состояниям в приближении жесткого ротатора и гармонического осциллятора. Выражение соответствующих долей термодинамических функций, обусловленных поступательным, вращательным, колебательным, электронным и другими видами движений.

Вычисление констант равновесия с использованием сумм по состояниям.

Основы классической и квантовой теории теплоемкости газов. Квантовая теория теплоемкости твердых тел. Таблицы Эйнштейна и Дебая.

### **16. Химическая кинетика и катализ**

Феноменологическая (формальная) кинетика. Скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действия масс и кинетические уравнения реакций. Константа скорости. Реакции нулевого, первого, второго, третьего и дробных порядков, кинетические уравнения для них. Период полупревращения. Способы определения порядка реакции. Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные, сопряженные (работы Н. А. Шиловой). Стадийное протекание реакций и лимитирующие стадии реакций. Метод квазистационарных концентраций.

Теория химической кинетики. Теория активных соударений. Энергия активации. Зависимость скорости реакции от температуры, уравнение Аррениуса. Определение энергии активации. Связь между теплотой реакции и энергией активации. Стерический фактор. Механизм мономолекулярных реакций, протекание их по I и II порядкам.

Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Выражение константы скорости по методу переходного состояния (через термодинамические и статические величины). Свободная энергия, энтальпия и энтропия активации. Сопоставление уравнений теории активных соударений и теории переходного состояния.

Реакции в растворах. Нормальные, быстрые и медленные реакции. Реакции Н. А. Меншуткина. Роль растворителя. Реакции между ионами. Влияние ионной силы, электролитические (солевые) эффекты. Уравнение Бренстеда.

Цепные реакции. Особенности цепных реакций. Работы Н. Н. Семенова и С. Хиншелвуда. Возникновение, развитие и обрыв цепей, роль радикалов. Кинетика реакций с неразветвленными и разветвленными цепями. Горение и взрыв. Тепловой и цепной механизм воспламенения.

Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Цепные и сенсibilизированные реакции. Примеры фотохимических реакций. Химическое воздействие излучений высоких энергий.

Кинетика гетерогенных процессов. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Законы Фика. Соотношение диффузионных и кинетических факторов в кинетике. Скорости процессов в предельных случаях и при смешанном режиме. Влияние температуры и перемешивания на режим процесса. Образование новых фаз (конденсация и кристаллизация). Уравнение Томсона. Топохимические реакции.

Кинетика электрохимических процессов. Электролиз. Катодные и анодные процессы. Характеристика скорости электрохимических процессов и помощью поляризованных кривых. Виды поляризации электродов. Концентрационная поляризация; предельный ток. Электрохимическая поляризация на примере перенапряжения выделения водорода. Совместный разряд ионов; выделение сплавов. Анодное перенапряжение. Пассивирование металлов. Электрохимическая коррозия. Термодинамические и кинетические факторы в коррозии (иллюстрация поляризационными кривыми). Способы защиты от коррозии.

Катализ. Общие свойства катализаторов. Специфичность катализаторов. Катализаторы и ингибиторы. Влияние катализаторов на энергию активации.

Гомогенный катализ, механизм. Каталитические реакции в растворах, влияние растворителя; эффект сольватации. Кислотно-основной катализ.

Адсорбция и гетерогенный катализ. Структура поверхности катализатора. Физическая и химическая адсорбция. Изотерма и изобара адсорбции. Стадии гетерогенного катализа. Теория гетерогенного катализа: мультиплетов (А. А. Баландин), ансамблей (Н. И. Кобозев) и др. Промоторы и ингибиторы. Усталость, отравление. Регенерация катализаторов. Некоторые примеры каталитических реакций.

### Основная литература

1. **Горшков В. И.** Основы физической химии [Текст] / В. И. Горшков, И.А. Кузнецов. — М.: Бинوم, 2011. — 407 с.
2. **Харитонов Ю. Я.** Физическая химия [Текст] / Ю. Я. Харитонов. — М.: Геотар-Медиа, 2009. — 608 с.
3. **Ипполитов Е. Г.** Физическая химия [Текст] / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков. — М.: Академия, 2005. — 448 с.

### Дополнительная литература

4. **Карапетьянс М. Х.** Химическая термодинамика [Текст] / М. Х. Карапетьянс. — М.: Академия, 2005. — 454 с.
5. **Лукмент Ю. Я.** Физико-химические основы электрохимии [Текст] / Ю.Я. Лукмент, Ю. Д. Гамбург. — М.: Дом интеллект, 2008. — 424 с.  
Байрамов В. М. Основы электрохимии [Текст] / В. М. Байрамов. — М.: Академия, 2005. — 240 с.
6. **Ролдугин В. И.** Физикохимия поверхности [Текст] / В. И. Ролдугин. — М.: Дом

интеллект, 2011. — 568 с.

7. **Холанд А.** Молекулы и модели [Текст] / А. Холанд. — М.: УРСС, 2011. — 384 с.

8. **Лирич Л. С.** Растворы как химические системы. [Текст] / Л. С. Лирич, М. К. Хрипун. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2010. — 252 с.

## **Химические науки (Экология)**

### **1. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Основы учения о биосфере: биосфера как планетарная организация жизни; эволюция биосферы; роль человека в эволюции биосферы; многообразие живых существ, их строение и функции, распространение и развитие, взаимосвязь друг с другом и с неживой природой; экосистемы, состав и структура; энергетика экосистем. Понятие о техносфере, ноосфере; наращивание антропогенного воздействия на окружающую среду, глобальные экологические проблемы.

Основы токсикологии, специфика и механизм токсического действия вредных веществ, воздействие химических веществ на популяции и экосистемы, специфика воздействия радиоактивных веществ.

Природные объекты и явления, используемые для прямого и непрямого потребления. Способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов и поддержанию качества жизни; природные ресурсы, их квалификация и воспроизводство; принципы рационального природопользования; концентрация производства на базе ТИК; основы экономики природопользования.

### **2. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ**

Современное предприятие и его роль в загрязнении окружающей среды; виды загрязнений окружающей среды и их характеристика; загрязнение атмосферы, водных объектов, почв производственными отходами; энергетические загрязнения; количественные и качественные характеристики загрязнений, техногенные системы, взаимодействие промышленных предприятий с окружающей средой; изменения в окружающей среде под воздействием промышленного загрязнения; влияние загрязнений окружающей среды на здоровье человека. Промышленные выбросы и сбросы, их нормирование и оплата.

Диффузионные процессы в атмосфере и гидросфере. Рассеивание и разбавление примесей в атмосфере, гидросфере. Методы расчета и разбавление.

Малоотходные и ресурсосберегающие технологии как основа оптимального сочетания экологических, социальных и экономических интересов общества.

### **3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Физико-химические основы процессов очистки сточных вод, отходящих газов, утилизации твердых отходов: процессы отстаивания, коагуляции, флокуляции, флотации, фильтрования, адсорбции, ионного обмена, жидкостной экстракции, сорбции, адсорбционно-каталитические процессы, фотохимического разложения. Основы процессов электрохимической очистки стоков: электрофлотация, электрокоагуляция, электродеструкция. Мембранные процессы очистки: обратный осмос, ультрафильтрация. Применение катализа.

Основы биохимической очистки сточных вод, активный ил, физико-химия процессов окисления и восстановления примесей стоков.

Переработка твердых отходов: пиролиз, переплав, обжиг, огневое обезвреживание, высокотемпературная агломерация. Основы переработки бытовых отходов.

Физико-химические основы очистки запыленных отходящих газов: сухая очистка, мокрые методы очистки, окисление примесей, восстановление загрязнений.

Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий: принципы экранирования, поглощения и подавления в источнике.

#### 4. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Особенности сточных вод и отходящих газов предприятий легкой и текстильной промышленности, неравномерность стока по составу и объему, сложность состава, необходимость усреднения. Сложность стоков.

Основы гидродинамики и тепломассообмена применительно к системам очистки сложных парогазовых потоков и сточных вод. Основные направления защиты и рационального использования водных ресурсов: системы канализования, механические, физико-химические, химические и биохимические методы очистки сточных вод, выбор схемы очистки на промышленном предприятии.

Основные направления защиты атмосферы: сухие и мокрые методы очистки промышленных газовых выбросов: абсорбционные, адсорбционные, термические методы очистки на промышленных предприятиях, выбор схем очистки.

Основные подходы к выбору аппаратуры и оборудования для обеспечения технологии очистки.

Технология утилизации и ликвидации твердых отходов, оборудование для технологических схем утилизации твердых отходов промышленных предприятий.

Безотходные и малоотходные технологии и производства, основные технические и организационные мероприятия ресурсо- и энергосбережения на предприятиях с учетом специфики отраслей. Геотехнические системы.

#### 4. МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Структура современного экологического мониторинга, его цели и задачи, организация государственного наблюдения за состоянием окружающей среды: государственный экологический контроль, производственный экологический контроль, общественный экологический контроль, методы экологического контроля.

Средства и приборы контроля загрязнения воздуха, воды, почвы: аппаратура для отбора проб, приборы контроля, автоматизированные системы экологического контроля, метрологическое обеспечение экологического контроля.

Основы экологической экспертизы: цели, задачи и принципы экологической экспертизы: объекты и субъекты экоэкспертизы, виды экспертизы, компетенция органов законодательной и исполнительной власти в области экспертизы, стандартизация экспертизы и экологические требования к объектам экологической экспертизы. Сертификация продукции и производств.

Государственная система управления охраной окружающей природной среды. Экологическое законодательство, основные положения нормативотехнической документации по защите окружающей среды, экологический паспорт предприятия. Методы анализа и расчета экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, формы и методы экономического регулирования природоохранной деятельности предприятий.

##### Основная литература

1. Стадницкий, Г. В. Экология: учебник для вузов [Текст] / Г. В. Стадницкий. - СПб.: Химиздат, 2004. - 288 с.
- 2.. Ложниченко, О. В. Экологическая химия: учебное пособие [Текст] / О. В. Ложниченко, И. В. Волкова, В.Ф. Зайцев, - М.: Академия, 2008. - 256 с.
3. Панов, В. П. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие [Текст] / В. П. Панов, Ю. А. Нифонтов, А. В. Панин - М.: Академия, 2008. - 320 с.
4. Гребенников, С. Ф. Физическая и коллоидная химия процессов защиты и реабилитации объектов окружающей среды [Текст] / С. Ф. Гребенников, Л. М. Молодкина, М. Ю. Андрианова. - СПб.: СПГУТД, 2010. - 420 с.

5. Алексеев, А. И. Химия воды: учебное пособие [Текст] / А. И. Алексеев. - СПб.: Химиздат, 2007. - 456 с.
6. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов [Текст] / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. - М.: АСВ, 2002. - 212 с.
7. Степановских, А. С. Прикладная экология [Текст] / А. С. Степановских - М.: «ЮНИТИ-ДАТА», 2003. - 751 с.
8. Кузнецов, А. Е. Научные основы экологической биотехнологии [Текст] / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. - М.: Мир, 2003.
9. Кутепов, А. М. Общая химическая технология [Текст] / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007. - 528 с.
10. Калыгин, В. Г. Промышленная экология: учебное пособие [Текст] / В. Г. Калыгин. - М., Академия, 2006. - 432 с.
11. Донченко, В. К. Экологическая экспертиза: учебное пособие [Текст] / В. К. Донченко. - М.: Академия, 2006. - 480 с.