

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанская государственная академия
ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»**

Алимов А.М., Зиннатов Ф.Ф., Касанова Н.Р.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебно-методическое пособие для студентов по изучению дисциплины и
выполнению контрольных работ (направление подготовки 35.03.07 –
«Технология производства и переработки с.-х. продукции» и 36.03.02 –
«Зоотехния», квалификация – бакалавр)

Казань 2018

УДК 574:54

ББК 20.1:24

Печатается по решению Ученого совета факультета биотехнологии и стандартизации

Рецензенты: заведующий кафедрой биологии и экологии ФГБОУ ВПО КГАВМ, доктор сельскохозяйственных наук Р.И. Михайлова; заведующий лабораторией фармакологии СДЯВ и химического синтеза, доктор биологических наук Р.М. Асланов.

Экологическая химия: учебно-методическое пособие для студентов по изучению дисциплины и выполнению контрольных работ/ А.М. Алимов, Ф.Ф. Зиннатов, Н.Р. Касанова. – Казань: ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, 2018. – 25с.

Учебно-методическое пособие отражает химические аспекты основных экологических проблем. В данном пособии рассматриваются химические процессы, протекающие в биосфере, миграции химических веществ и их соединений в природной среде.

Подготовлено на кафедре биологической и органической химии ФГБОУ ВО КГАВМ.

УДК 574:54

ББК 20.1:24

© федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», 2018

Введение

Проблема охраны окружающей среды сложна и многозначна. Она включает как научные, так и экономические, социальные, правовые и эстетические аспекты. В основе процессов, обуславливающих современное состояние биосферы, лежат химические превращения веществ. Химические стороны проблемы охраны окружающей среды формируют новый раздел современной химии, названной экологической химией. Она рассматривает химические процессы в биосфере, пути миграции и трансформации химических соединений природного и антропогенного происхождения в атмосфере, гидросфере, литосфере, дает характеристику основных химических загрязнителей, способов определения уровня загрязнения, предлагает методы защиты и борьбы с загрязнением окружающей среды.

До появления жизни на Земле протекали только геохимические процессы, которые сводились к разрушению первичных минералов под воздействием температурных перепадов и воды с последующей миграцией продуктов разрушения, и синтез новых минеральных образований при участии первичной атмосферы. Химические соединения геохимически были связаны миграционными процессами, происходящими в литосфере, гидросфере и атмосфере в большом геохимическом круговороте (БГК). До зарождения жизни он носил *абиотический* характер, а основными его факторами были энергия Солнца и геохимическое воздействие воды. Возникновение жизни на Земле не только сформировало биосферу, но и привело к новому типу перемещения химических элементов – биогенной миграции, называемой также *биогеохимическим циклом* (БГХЦ).

Промышленный этап развития человечества сопровождается настолько интенсивными воздействиями на БГХЦ, что техногенная составляющая стала причиной гибели огромного числа видов флоры и фауны, появления многочисленных заболеваний у людей, животных и других представителей биосферы.

К настоящему времени сформировались специфические области науки о Земле: химия воды, химия почв, химия атмосферы. Все они могут быть объединены под общим названием «Химия окружающей среды».

Экологическая химия рассматривает вещества как химические продукты и дает оценку количественного влияния отдельных веществ на окружающую среду. В основе экологической химии находятся классические разделы общей химии, органической и неорганической, физической и коллоидной и др.

Предметом исследований экологической химии являются химические процессы в окружающей среде в связи с изменениями, вносимыми в них деятельностью человека (хозяйственной, военной и иной). Таким образом, в сферу интересов экологической химии попадают те химические процессы в геосферах, которые оказываются под прямым или косвенным влиянием человечества.

Для того чтобы правильно пользоваться природой, не нанося ущерба ни ей самой, ни человеку как части природы, необходимо знать, как она химически организована, по каким законам существует. Для того, чтобы успешно предотвращать неблагоприятное воздействие химических загрязнителей на человека и биосферу в целом, необходимо регламентировать антропогенное воздействие до уровня, исключающего существенные и долгосрочные изменения экосистемы и среды обитания.

Цель дисциплины «Экологическая химия» в подготовке бакалавра состоит в том, чтобы дать студентам необходимый минимум знаний в области экологической химии, который способствовал бы усвоению профилирующих дисциплин, а в практической работе обеспечивал понимание химических аспектов мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности сельскохозяйственной продукции.

К задачам дисциплины относится:

- показать связь экологической химии с другими дисциплинами учебного плана по направлению подготовки зоотехния;

- показать роль экологической химии в развитии современного естествознания, ее значение для профессиональной деятельности по направлению подготовки стандартизация и метрология;

- обеспечить выполнение студентами лабораторного практикума, иллюстрирующего сущность дисциплины «Экологическая химия»

- привить студентам практические навыки в подготовке, организации, выполнении химического лабораторного эксперимента, включая использование современных приборов и оборудования, в том числе привить практические навыки, значимые для будущей профессиональной деятельности;

- привить студентам навыки грамотного и рационального использования природных ресурсов;

- создать условия для развития интереса к исследовательской деятельности.

1. ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

1.1. Классификация и распространенность химических элементов в окружающей среде

Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра. Разновидности одного и того же химического элемента, отличающиеся массой атомов, называются изотопами. Ядра атомов изотопов различаются числом нейтронов.

Среднее относительное содержание данного химического элемента в какой-либо природной системе (звезды, солнечная система, планеты) называется его **распространенностью** или **кларком**. Содержание элементов выражают в массовых или атомных долях, в процентах.

Макроэлементы – химические элементы, содержание которых в живых организмах составляет от нескольких процентов до 0,01 %.

Помимо этих элементов в обмене веществ (метаболизме) активно участвуют **микроэлементы** (содержание в живых организмах составляет менее 0,01 %) - бор, алюминий, кремний, ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь, цинк, мышьяк, селен, бром, стронций, молибден, кадмий, олово, йод и свинец. В среднем из 20 атомов человеческого организма: 13 – атомы водорода, 5 – кислорода и 2 – углерода.

Ультрамикроэлементы – это элементы, содержание которых в организме ниже 10^{-5} %. К ним относятся ртуть, золото, уран, торий, радий и др.

1.2. Химический экологический фактор

Развитие и существование живых организмов неразрывно связано с качеством природной среды, в которой они обитают. Природные условия, оказывающие влияние на жизнедеятельность организмов, называют **экологическими факторами**. К важнейшим из них относится **химический фактор**, характеризующий качественно и количественно химический состав среды обитания.

Химический фактор природной среды определяет допустимые изменения химического состава среды, в рамках которого сохраняется жизнедеятельность организма.

Сущность химического экологического фактора вытекает из закона толерантности Шелфорда и основных закономерностей миграции химических загрязнений в природной среде, их поступления в живые организмы. Согласно **закону толерантности**: существование живого организма невозможно при недостатке или избытке конкретного жизненно необходимого химического элемента в среде обитания в доступной для организма форме.

Из закона толерантности следует, что отклонение концентрации i -го жизненно необходимого химического элемента в доступной для живого организма форме как в большую, так и в меньшую сторону от естественного (фонового) значения в среде обитания, т.е. в окружающей природной среде, недопустимо.

1.3. Биологическая роль химических элементов

Главная функция макроэлементов состоит в построении тканей, поддержании постоянства осмотического давления, ионного и кислотно-основного состава.

Микроэлементы, входя в состав ферментов, гормонов, витаминов, биологически активных веществ в качестве комплексообразователей или активаторов, участвуют в обмене веществ, процессах размножения, тканевом дыхании, обезвреживании токсических веществ. Микроэлементы активно влияют на процессы кроветворения (рис. 1.4), окисления-восстановления, проницаемость сосудов и тканей. Макро- и микроэлементы – кальций, фосфор, фтор, йод, алюминий, кремний - определяют формирование костной и зубной тканей.

Выявлено немало заболеваний, связанных с недостатком или избыточным накоплением различных микроэлементов. Такого рода закономерности связаны с тем, что в организме человека поддерживается

баланс оптимальных концентраций биогенных элементов – химический гомеостаз.

Для живого организма вреден не только недостаток, но и избыток биогенных элементов, так как при этом нарушается химический гомеостаз. Например, при поступлении избытка марганца с пищей в плазме повышается уровень меди (синергизм марганца и меди), а в почках он снижается (антагонизм). Повышение содержания молибдена в продуктах питания приводит к увеличению количества меди в печени. Избыток цинка в пище вызывает угнетение активности железосодержащих ферментов (антагонизм цинка и железа).

2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

2.1. Геосферы Земли

Возникновение **геосфер** – концентрически расположенных слоев, различающихся по химическому составу и агрегатному состоянию, связано с дифференциацией вещества при формировании и в ходе последующей эволюции нашей планеты.

Поверхность планеты, гидросферу, нижний слой атмосферы и верхний слой земной коры объединяют также под названием географическая оболочка, которая стала местом возникновения жизни и эволюции разнообразных форм.

Биосфера (от греч. биос – жизнь, сфера – шар) – наружная оболочка Земли, область распространения жизни, которая включает все живые организмы и все элементы неживой природы, образующие среду обитания.

2.2. Химия атмосферы

Атмосферой называется газовая оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней.

Отличительной чертой атмосферы является высокая подвижность. Время вертикального перемешивания в слое толщиной 11 км - 2,5 месяца. Еще одна важная характеристика атмосферы – это постоянство состава

главных компонентов и чрезвычайно высокая изменчивость множества малых примесей воздуха.

Атмосфера образовалась путем химических и фотохимических процессов, происходящих на земле и под влиянием солнечного излучения. Она хорошо перемешана и постоянна до высоты 100 км (гомосфера). Выше (до 800 км) имеет место диффузионное разделение газов с преимущественным преобладанием вначале кислорода, затем гелия и водорода. Этот слой, сильно меняющийся по составу, называется гетеросферой.

2.2.1. Химические процессы в атмосфере

К особенностям химических процессов в атмосфере можно отнести следующие:

1. Большинство химических реакций инициируется не термически, а фотохимически, то есть при воздействии квантов света, полученных в результате излучения Солнца.

2. Атмосфера Земли – окислительная (за счет содержащегося в воздухе кислорода) в ней преобладают окислительно-восстановительные реакции.

3. Для атмосферных процессов характерны ценные реакции, то есть реакции, протекающие в несколько стадий с участием промежуточных продуктов – реакционно-способных радикалов (HO° , CH°_3 , O° , NO° , H° и др.).

4. В химических и фотохимических превращениях образуются разнообразные неорганические и органические соединения, в ряде случаев токсичные.

5. Продукты реакций могут переноситься на дальние расстояния и длительное время сохраняться в атмосфере (например в виде аэрозолей).

2.2.2. Загрязнение атмосферы

Различают **естественные** и **антропогенные** источники загрязнения. К естественным относятся: вулканизм, пыльные песчаные бури, захват атмосферой солей морей и океанов, рассеяние пыльцы растений, вызывающих аллергию, естественные пожары лесов. Антропогенное загрязнение атмосферы спровоцировано хозяйственной деятельностью человека.

2.3. Химия гидросферы

Гидросфера – водная оболочка земной поверхности, образованная совокупностью всех водоемов, имеющих на Земле. Толщина гидросферы различна на разных участках, но средняя глубина океана составляет 3,8 км, а в отдельных впадинах до 11 км.

2.3.1. Вода и её свойства

Особенности гидросферы определяются особенностями воды: ее физические свойства обусловлены химическим строением.

Жидкая вода имеет максимальную плотность при 4 °С (1 г/см³), а переход в твердое состояние, сопровождающийся изменением упаковки молекул, понижает плотность до 0,9 г/см³. Это обстоятельство (лед плавает) и малая теплопроводность льда во многом способствуют стабилизации процессов в гидросфере.

Вода – главный компонент живого вещества, и от того, что и в каких количествах она содержит в своем составе, зависит способность к развитию и выживанию различных видов. Наконец, жизнь возможна только в условиях существования воды в жидком состоянии, способной осуществлять ионообменные реакции в живых организмах. Вода выполняет главную функцию: она несет питание клеткам.

Вода определяет многие физические свойства клеток – их объем, упругость. Поглощение воды клеткой является следствием различия осмотического давления по обе стороны мембраны и может происходить

только в том случае, если концентрация солей в воде меньше, чем во внутриклеточной жидкости. Вот почему для живых организмов нужна пресная вода. Для питья людей и большинства животных вода должна содержать не более 5 г/кг растворимых солей, для растений 12 г/кг. Концентрация солей в Мировом океане – 35 г/кг. Человек, который будет пить морскую воду, умрет от обезвоживания организма, так как вода не сможет питать клетку.

2.3.2. Классификация вод

Классификация вод по уровню минерализации охватывает следующие категории: **пресные** (минерализация до 1,0 г/кг), **солончатые, минерализованные, соленые** (1-35 г/кг), **рапа** (рассолы, более 35 г/кг).

Жесткость воды – совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Сумма их концентраций, выраженная в моль/л или моль/кг, называется общей жесткостью. Она складывается из карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости воды.

По залеганию воды бывают **поверхностные** и **подземные**. По температуре воды бывают **холодные** и **термальные**. Термальные – подземные воды, имеющие повышенную температуру. К собственно термальным относятся подземные воды с температурой 37-42 °С. Гипертермальными водами называются подземные воды с температурой 42-100 °С, выше температуры кипения воды называют перегретыми.

Сточные воды – воды, использованные на бытовые или производственные нужды, обогащенные дополнительными веществами, которые меняют первоначальный состав забранной воды.

2.3.3. Эколого-химические последствия загрязнения природных вод

Последствия загрязнения вод наиболее опасны, так как вода формирует пищевую цепь организмов, на вершине пирамиды которой стоит человек.

Различают естественные и антропогенные источники загрязнения вод. Первые в отличие от вторых сбалансированы процессами самоочищения вод за счет их круговорота в природе. Этим механизмом природа пользуется в

течение всей истории существования биосферы. Антропогенное загрязнение (биологическое, химическое, физическое) вод связано с хозяйственной деятельностью человека.

2.4. Химия литосферы

Литосфера (греч. «литос»- камень) – внешняя твердая оболочка земного шара. Толщина литосферы колеблется в пределах 10–100 км; 50 км под дном океана, 50-70 км под материками, 70–80 км под горными массивами; масса литосферы составляет 0,3–0,4 % от массы Земли.

Плодородие – способность почвы удовлетворять потребности растений в воде, воздухе, температуре и т.д., т.е. способствовать их жизнедеятельности.

Почва образуется в результате комплексного влияния факторов среды, поэтому в каждой зоне почвообразовательные процессы осуществляются неодинаково, что приводит к возникновению различных типов почв: серая лесная, подзолистая лесная, черноземная степная, тропический краснозем и т.д. (порядка 70 типов).

2.4.1. Химические реакции и процессы в почвах

В почвах может происходить более 30 различных химических реакций и процессов. Одни из них имеют общий для всех характер, а другие присущи только отдельным почвенным типам. Общие для большинства почв реакции следующие: осаждение-растворение, катионный обмен, комплексообразование гуминовых веществ. Почвам северных влажных регионов Почвам северных влажных регионов свойственны накопление кислых продуктов, развитие восстановительных процессов (гелеобразование); в сухих южных районах нередко происходит накопление солей, а реакция почв зависит от карбонатов кальция и регулируется карбонатно-кальциевым равновесием. Рассмотрим наиболее важные для почвы реакции.

3. ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

3.1. Характеристики кислотно-основных свойств среды

Всю совокупность процессов, которые происходят с веществом при попадании его в окружающую среду, можно условно разделить на физические процессы массопереноса, или процессы миграции, и химические (включая биохимические) превращения, или процессы трансформации веществ.

Выделяют три типа превращений загрязняющих веществ:

1. Фотохимические процессы
2. Биохимические превращения
3. Химические реакции (гидролиз, окислительно-восстановительные, реакции с участием свободных радикалов и т.д.)

Большинство из этих превращений зависит от физико-химических свойств окружающей среды, важнейшими из которых являются кислотно-основные и окислительно-восстановительные.

Существует два способа оценки кислотно-основных свойств природных вод и почв: 1) титрование проб воды или почвенных вытяжек раствором щелочи (кислоты); 2) измерение рН воды или почвенной вытяжки.

3.1.1. Кислотно-основные равновесия в гидросфере

Определение степени кислотности природных вод позволяет решать следующие вопросы:

- 1) характеризовать формы нахождения в природных водах слабых кислот: угольной, сероводородной, борной;
- 2) оценивать степень насыщенности воды слабыми основаниями.

Протоны и гидроксид-ионы присутствуют в природных водах всегда, т.к. они возникают при диссоциации воды. Дополнительным источником ионов H^+ и OH^- в природных водах являются разнообразные реакции растворенных электролитов и газов. И хотя абсолютное содержание этих ионов в природных водах по сравнению с другими ионами ничтожно (рН

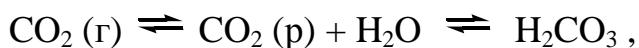
природных вод редко выходит за пределы интервала $4 < \text{pH} < 9$), роль их в природных растворах чрезвычайно велика, pH природных вод зависит от содержания следующих природных компонентов:

- 1) диоксида углерода и различных форм угольной кислоты;
- 2) органических гуминовых кислот;
- 3) солей тяжелых металлов, подверженных гидролизу.

Роль других слабых кислот (H_2SiO_3 , H_3BO_3 , H_2S) из-за малых концентраций и низких констант диссоциации ничтожна и имеет значение лишь в особых условиях. На величину pH может повлиять загрязнение воды промышленными стоками, которые могут содержать сильные кислоты и основания.

Для большинства природных вод величина pH зависит главным образом от соотношения концентраций угольной кислоты и её ионов, образующих вместе карбонатную систему. Угольная кислота присутствует в природных водах в четырех формах: H_2CO_3 , CO_2 , HCO_3^- и CO_3^{2-} .

В контакте с водой углекислый газ растворяется до наступления равновесия:



при котором в воде содержится примерно 99 % CO_2 и около 1 % H_2CO_3 .

Обычно встречающиеся виды природных вод кроме небольшого количества свободной угольной кислоты содержат в основном гидрокарбонат-ионы, образующиеся в результате диссоциации гидрокарбонатов кальция и магния. Поэтому pH этих вод определяется соотношением свободной уголекислоты и гидрокарбонат-иона и лежит в области 5 – 8,3 единиц pH.

Если pH системы сильно меняется (увеличивается), то доступность углерода может сильно снизиться. Это приведет к истощению водной флоры и к нарушению биологического круговорота углерода.

Щелочность воды обусловлена:

- сильными основаниями, полностью диссоциирующими в разбавленных растворах (NaOH, KOH и др.);
- слабыми основаниями (аммиак, анилин);
- анионами слабых кислот (HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- , HS^- , S^{2-} , анионами слабых гуминовых кислот), гидролизующимися с образованием гидроксид-ионов.

Экспериментально щелочность определяется титрованием воды раствором сильной кислоты, обычно HCl. Количество кислоты, израсходованное при титровании, представляет *общую щелочность воды*.

Та часть общей щелочности, которая соответствует количеству кислоты, нужному для понижения pH до 8,3, называется *свободной щелочностью воды*. Для определения свободной щелочности исследуемую воду титруют кислотой по фенолфталеину, или до pH 8,3.

Кислотность воды обусловлена:

- сильными кислотами, полностью диссоциирующими в разбавленных растворах с образованием H^+ (HCl, HNO_3 , H_2SO_4);
- слабыми кислотами (H_2CO_3 , H_2S , гуминовые кислоты);
- катионами слабых оснований (NH_4^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} , органических оснований), т.к. их соли гидролизуются с образованием протонов.

Экспериментально общую кислотность определяют как количество щелочи, пошедшее на титрование пробы воды потенциометрическим методом до pH 8,3 или с индикатором (например, фенолфталеином). Если pH анализируемой воды больше 8,3, то её кислотность равна нулю.

Компоненты кислотности и щелочности природных вод играют важную роль в поддержании постоянной реакции среды в водоеме.

Особенно важна роль кислотно-основной буферности в связи с закислением поверхностных водоемов кислыми осадками. На первом этапе, несмотря на поступление кислых осадков, компоненты буферности (в данном случае важна щелочность) нейтрализуют избыточные протоны, и pH практически не меняется. Однако если буферная емкость превышена

(щелочность упала до величины менее 0,1 моль/л), то в период поступления кислых вод возможны кратковременные уменьшения величины рН, которые могут приобрести постоянный характер на последующих этапах закисления.

Влияние рН на гидролиз солей металлов и растворимость гидроксидов.

Поступление в водные объекты солей металлов, подверженных гидролизу, влияет на кислотно-основные свойства природных вод (изменяет рН, кислотность). С другой стороны, величина рН, обусловленная совокупным действием всех кислотообразующих компонентов, определяет степень гидролиза.

Гидролизу принадлежит важная роль в процессе самоочищения природных вод от тяжелых металлов. Такой механизм самоочищения характерен для железа, алюминия, марганца, частично меди.

В общем случае под гидролизом понимают реакции обменного разложения между водой и соответствующим соединением.



По отношению к гидролизу, т.е. по поляризующему действию на координированные молекулы воды, все катионы можно разделить на две группы:

1) Катионы со слабым поляризующим действием, образующие сильные основания (катионы щелочных металлов и щелочно-земельных металлов), гидролизу не подвергаются.

2) Катионы со значительным поляризующим действием, образующие слабые основания, вызывают обратимое разложение молекул воды с образованием гидроксокомплексов.

От значения рН воды практически не зависит поведение в гидросфере элементов 1 группы – типичных щелочных металлов, не подвергающихся гидролизу. В связи с этим щелочные металлы подвижны в широком диапазоне рН и могут интенсивно мигрировать как в кислой, так и нейтральной и щелочной средах.

При попадании в воду солей металлов гидролизу могут подвергаться и анионы. Чем больше отрицательный заряд и меньше размер аниона, тем более он склонен к гидролизу. В зависимости от основности аниона, возможны следующие случаи:

1) Анионы сильных кислот не вызывают заметного разложения молекул воды.

2) Гидролизу подвержены кислотные остатки слабых и средней силы кислот (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SO_3^{2-} , S^{2-} и т.д.), например: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$.

В результате гидролиза среда становится щелочной, чем слабее кислота, тем выше гидролиз протекает интенсивнее. Суммарный эффект гидролиза соли определяется природой входящих в её состав катиона и аниона.

4. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В БИОСФЕРЕ

4.1. Круговорот веществ

Биосфера представляет оболочку Земли, включающую в себя как область распространения живого вещества, так и само это вещество.

Все вещества на нашей планете находятся в процессе биогеохимического круговорота. Выделяют два основных круговорота: большой (геологический) и малый (биотический). Большой круговорот происходит в течение сотен тысяч или миллионов лет.

Малый круговорот является частью большого и заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и осуществление жизненных процессов как их самих, так и организмов-консументов.

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии или энергии химических реакций носит название биогеохимического цикла.

4.2 Биогеохимический цикл миграции химических элементов

Непрерывный биогенный круговорот химических элементов в биосфере включает три экологические категории живых организмов:

- 1) продуценты – синтезируют органические вещества из неорганических соединений с использованием внешнего источника энергии – Солнца;
- 2) консументы – потребляют органические вещества растительного происхождения;
- 3) редуценты – разлагают мертвые органические остатки до неорганических составляющих.

В связи с хозяйственной деятельностью человечества и вовлечением в биосферный поток техногенных продуктов этой деятельности возникли проблемы, обусловленные нарушением природных биогеохимических циклов. Циклы некоторых элементов (например, азота, серы, фосфора, калия, тяжёлых металлов) превратились в настоящее время в природно-антропогенные, характеризующиеся значительной замкнутостью. Некоторые же соединения и материалы, созданные человеком (например, многие пластмассы), вообще не способны включаться в природные и природно – антропогенные циклы, так как не перерабатываются в экосистемах, загрязняя их и являясь абсолютно чуждыми живому веществам.

В настоящее время каждый инженер производства (зоотехник, технолог) должен понимать, что эти проблемы можно преодолеть, направив все усилия на разработку и совершенствование процессов, связанных с извлечением и переработкой необходимых ресурсов, и что очень важно, обеспечивающих возвращение их в трансформированном (изменённом) виде в производство для повторного и неоднократного использования.

5. Задания для выполнения контрольной работы по дисциплине

«Экологическая химия»

Задания для выполнения контрольной работы студент-заочник получает во время установочной сессии, они являются составной частью учебного процесса.

Студенты, не выполнившие контрольную работу, не допускаются к сдаче зачетов и экзаменов.

В соответствии с учебными планами по направлению подготовки 35.03.07 – Технология производств и переработки с.-х. продукции и 36.03.02 – Зоотехния.

Задания выполняются по вариантам. Каждый студент выполняет задание согласно своему варианту, определяемому по двум последним цифрам шифра своей зачетной книжки, например, если шифр 10026, то номер варианта будет 26.

5.1 Варианты контрольных заданий

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 15, 25, 36, 66	2,16, 26, 37, 67	3, 17, 27, 38, 68	4, 18, 28, 39, 69	5, 19, 29, 40, 70	6, 20, 29,40, 71	7, 21, 30, 41, 72	8, 22, 31, 42, 66	9, 23, 32, 42, 65	10, 24,33, 43, 64
1	3, 10, 20, 29, 63	4, 11, 21, 49, 61	5, 14, 35, 51, 66	8, 19, 26, 52, 65	9, 17, 36, 55, 69	7, 25, 41, 54, 67	4, 16, 29, 37, 57	3, 14, 34, 48, 63	4, 20, 30, 53, 64	3, 9, 17, 46, 64
2	11, 18, 22, 36, 56	12,19, 27,47, 53	13,28, 39,54, 64	14, 26, 43, 55, 70	15, 23, 37, 53, 61	16, 24, 50, 61, 72	17, 28, 40, 54, 63	18, 27, 32, 45, 64	19,26, 33,53, 65	20,30, 59,61, 66
3	2, 9, 16, 31, 56	3, 8, 25, 35, 62	4, 10, 37,50, 68	12, 30, 42, 54, 64	13, 24, 36, 52, 63	8, 28, 37, 49, 60	3, 15, 28, 38, 53	4, 36, 54, 56, 68	10,20, 30, 37, 58	11,17, 38, 50, 64
4	3, 9, 26, 43, 66	4, 9, 27, 42 61	5, 16, 52, 58, 68	8, 19, 32, 39, 60	7, 22, 31, 49, 69	9, 20, 35, 48, 64	10, 26, 34, 53, 71	7, 16, 37, 50, 67	2, 8, 42, 55, 65	3, 14, 43, 54, 66
5	4, 12,	5, 14,	7, 17,	10, 36,	11, 39,	15, 20,	3, 25,	4, 19,	2, 9,	2, 11,

	22, 38,68	35, 48, 72	31, 43, 71	55, 63, 69	50, 56, 66	41, 51, 71	39, 57, 67	30, 42, 70	26, 50, 69	34, 40, 71
6	3, 18, 25, 34, 70	4, 15, 31, 45, 68	8, 24, 32, 57, 66	5, 14, 28, 40, 70	10, 35, 48, 55, 71	9, 27, 51, 62, 65	3, 22, 34, 60, 71	4, 16, 28, 42, 66	5, 29, 49, 56, 69	4, 30, 36, 50, 68
7	4, 8, 16, 35, 64	3, 19, 30, 47, 62	5, 20, 37, 54, 61	4, 17, 31, 44, 65	2, 16, 49, 52, 58	6, 30, 35, 39, 65	3, 29, 38, 50, 62	10, 26, 51, 55, 65	4, 28, 33, 49, 71	3, 14, 40, 52, 64
8	2, 14, 26, 35, 59	2, 15, 27, 36, 57	3, 7, 35, 43, 65	8, 22, 38, 48, 63	4, 18, 28, 52, 67	3, 16, 43, 54, 71	4, 20, 30, 37, 63,	1, 18, 29, 42, 68	2, 19, 41, 54, 64	9, 17, 43, 53, 67
9	3, 14, 30, 44, 70	4, 19, 36, 54, 68	2, 7, 36, 51, 66	8, 20, 35, 49, 71	8, 18, 29, 48, 61	14, 34, 44, 55, 68	3, 35, 43, 50, 71	2, 19, 30, 44, 69	3, 22, 35, 61, 72	4, 14, 36, 51, 71

5.2. Вопросы для выполнения контрольных работ

1. Экологическая химия: цель и задачи дисциплины.
2. Закон толерантности, «химические загрязнения», характеристика токсичности веществ (ПДК, ЛД₅₀, ЛД₁₅₀, ЛК₅₀, ДСД).
3. Классификация элементов по содержанию в живых организмах.
4. Биологическая роль химических элементов в живых организмах.
5. Ориентировочная оценка класса опасности токсичных веществ и их ПДК расчетными методами.
6. Загрязнения водоема и его последствия.
7. Основные принципы и методы очистки сточных вод.
8. Подвижность и распределение посторонних веществ в окружающей среде.
9. Геосферы Земли.
10. Химический состав и химические процессы в атмосфере.
11. Парниковые газы, их экологическая роль и способы борьбы с ними.
12. Поступление и накопление веществ в живых организмах. Антогонизм, синергизм, популяция.
13. Основные реакции, протекающие в разных слоях атмосферы.

14. Вещества, способствующие разрушению озонового слоя.
15. Химические свойства кислорода и озона.
16. Химический состав природных вод.
17. Кислотные дожди, их причины и следствия.
18. Классификация природных вод.
19. Литосфера и ее основные слои. Химический состав.
20. Виды загрязнения природных вод.
21. В каком слое атмосферы находится озоновый слой?
22. На какой высоте концентрация озона максимальна?
23. Когда возникла проблема истощения озонового слоя?
24. Что такое «озоновые дыры» и когда они были обнаружены?
25. Назовите основные озоноразрушающие вещества.
26. Вода и ее свойства.
27. Какое влияние окажет увеличение температуры на содержание метана и углекислого газа в атмосфере?
28. Дать определение понятиям: пыль, дым, туман.
29. Назовите естественные и антропогенные источники твердых частиц в атмосфере.
30. Химический состав аэрозолей.
31. Как изменяется климат при увеличении количества аэрозолей?
32. Факторы, влияющие на правильность отбора проб атмосферного воздуха.
33. Виды поглотительных приборов для отбора проб воздуха.
34. Гумус- его химический состав и роль в плодородии почвы.
35. Химические процессы в почве естественного и антропогенного происхождения.
36. Буферные свойства природных вод.
37. Перманганатная окисляемость воды. Методика определения.
38. Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость). Методика определения.

39. Биохимическое потребление кислорода. Методика определения.
40. Определение содержания растворенного кислорода.
41. Щелочность воды. Методика определения.
42. Кислотность воды. Методика определения.
43. Взвешенные вещества. Определение в воде.
44. Подготовка проб воды к анализу.
45. Определение запаха воды.
46. Определение цветности воды.
47. Определение прозрачности воды.
48. Правила и методы отбора проб воды.
49. Виды кислотности природных вод и их экспериментальное определение.
50. Особенности химического состава почвы.
51. Основные элементы питания растений и их содержание в почве.
52. Состав почвы.
53. Органические и неорганические составляющие почвы.
54. Классификация химических соединений почвы по растворимости.
55. Методы подготовки почвы к анализу.
56. Водная вытяжка из почвы.
57. Определение содержания кальция и магния в водной вытяжке из почвы.
58. Определение кислотности почвы.
59. Определение содержания сульфат - ионов в водной вытяжке из почвы.
60. Вытяжки из почвы: водные, солевые и щелочные, их применение.
61. Подвижность химических элементов в почве.
62. Определение карбонат - и бикарбонат ионов в водной вытяжке из почвы.
63. Почвенный воздух и почвенная вода.
64. Окислительно-восстановительные процессы в природных водах.
65. Окислительно-восстановительные процессы в почве.

Количественная оценка окислительно-восстановительного состояния почвы.

66. Круговорот углерода

67. Круговорот азота.

68. Круговорот серы.

69. Круговорот фосфора.

70. Трансформация железа.

71. Антропогенный круговорот вещества.

72. Типы биогеохимических циклов, их характеристика.

5.3 Темы рефератов

В процессе изучения дисциплины «Экологическая химия» студенты очного отделения готовят рефераты.

Реферат это краткое изложение в письменном виде содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление.

Задачи реферата:

1. Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

Текст реферата должен содержать аргументированное изложение определенной темы. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список используемых источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т. д.

1. Биологическая роль химических элементов
2. Химический состав литосферы
3. Химический состав атмосферы
4. Химический состав гидросферы

5. Химические процессы в атмосфере
6. Химические процессы в литосфере
7. Химические процессы в гидросфере
8. Загрязняющие вещества атмосферы
9. Загрязняющие вещества почвы
10. Загрязняющие вещества гидросферы
11. Классификация природных вод
12. Классификация почв
13. Стратификация атмосферы
14. Кислотно-основные процессы в окружающей среде
15. Окислительно-восстановительные процессы в окружающей среде

6. Список литературы

1. Егоров, В.В. Экологическая химия: учеб. пособие для студ., обучающихся по специальности «Зоотехния» и «Ветеринария» [Электронный ресурс] / В.В. Егоров.-СПб.: Лань, 2009.-192 с.
2. . Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / Ю.А. Ершов [и др.].- М.: Высшая школа, 2002. - 560с.
3. Зиятдинов Р.Н. Экологическая химия. Учебное пособие / Р.Н. Зиятдинов, А.М. Алимов, Х.В. Гибадуллина. – Казань, ФГБОУ ВО КГАВМ. 2012. – 110с.
4. Игнатов В.Г. Экология и экономика природопользования / В.Г. Игнатов, А.В. Кокин. - Ростов н/Д.: Феникс, 2003. - 512с.
5. Исидоров В.А. Экологическая химия / В.А. Исидоров. - СПб.: Химия, 2001.-287с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Химические основы экологических взаимодействий.....	6
1.1 Классификация и распространённость химических элементов в окружающей среде.....	6
1.2 Химический экологический фактор.....	7
1.3 Биологическая роль химических элементов.....	8
2. Экологическая химия геосфер Земли.....	8
2.1 Геосферы Земли.....	9
2.2 Химия атмосферы.....	10
2.2.1 Химические процессы в атмосфере.....	10
2.2.2 Загрязнение атмосферы	10
2.3 Химия гидросферы.....	11
2.3.1 Вода и её свойства.....	11
2.3.2 Классификация вод.....	12
2.3.3 Эколого-химические последствия загрязнения природных вод..	12
2.4 Химия литосферы.....	12
2.4.1 Химические реакции и процессы в почвах.....	13
3. Физико-химические условия нахождения химических веществ в окружающей среде.....	13
3.1 Характеристики кислотно-основных свойств среды.....	13
3.1.1 Кислотно-основные равновесия в гидросфере.....	12
4. Химические элементы в биосфере.....	17
4.1 Круговорот веществ.....	17
4.2 Биогеохимический цикл миграции химических элементов.....	18
5.Задания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Экологическая химия».....	19
5.1 Варианты контрольных заданий.....	19
5.2 Вопросы для контрольных работ.....	20
5.3 Темы рефератов.....	23
6. Список литературы.....	24