

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**Учебно-методическое объединение по экологическому образованию**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь

*В.А. Вогуш*  
20. 10. 2014  
Регистрационный № ТД-Н.061 /тип.

**ХИМИЯ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальностей:**

**1-33 01 05 Медицинская экология;**  
**1-80 02 01 Медико-биологическое дело**

**СОГЛАСОВАНО**

Директор Государственного  
научного учреждения «Институт  
биоорганической химии  
Национальной академии наук  
Беларуси»

*С.И. Романюк*  
20. 10. 2014

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего  
образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

*С.И. Романюк*  
20. 10. 2014

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию

*В.И. Дунай*  
12. 02. 2014

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

*И.В. Титович*  
18. 09. 2014

Эксперт-нормоконтролёр

*О.А. Величкова*  
18 сентября 2014

Минск 2014.

Информация об изменениях размещается на сайтах:  
<http://www.nihe.bsu.by>  
<http://www.edubelarus.info>

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Е.И. Квасюк, профессор кафедры биохимии и биофизики учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», доктор химических наук, профессор;  
С.Б. Бокуть, заведующий кафедрой биохимии и биофизики учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат биологических наук, доцент;  
П.А. Киселёв, профессор кафедры биохимии и биофизики учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», доктор химических наук, профессор;  
А.Н. Пырко, доцент кафедры биохимии и биофизики учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат химических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

И.Б. Бутылина, доцент кафедры химии Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат химических наук, доцент;  
В.И. Поткин, заведующий Отделом органической химии государственного научного учреждения «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси», член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор химических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой биохимии и биофизики учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 3 от 24 октября 2013 г.);  
Научно-методическим советом учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № от 2014 г.);  
Научно-методическим советом по медицинской экологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 1 от 12 февраля 2014 г.).

Ответственный за редакцию: Е.И. Квасюк

Ответственный за выпуск: Е.И. Квасюк

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Химия является одной из важнейших дисциплин, необходимых для подготовки специалистов химического, биологического, медицинского и экологического профиля. Изучение химических дисциплин позволяет формировать у студентов целостность системы представлений о роли химии среди естественных наук, в научно-техническом прогрессе и в развитии современного индустриального общества.

Изучение дисциплины «Химия» необходимо для дальнейшего освоения студентами специальных дисциплин, связанных с медициной, биологией и актуальными проблемами экологии.

Целью дисциплины «Химия» является изучение свойств природных и синтетических химических соединений неорганической и органической природы, способов их получения, анализа и путей практического применения.

При преподавании курса химии ставятся следующие задачи:

- систематически изложить основные понятия о строении и химических свойствах неорганических и органических соединений;
- показать типовые химические реакции, присущие соединениям, которые относятся к разным классам;
- показать общность методов анализа химических соединений, механизмы химических реакций и физико-химические закономерности, наблюдаемые при их протекании;
- способствовать развитию научного мировоззрения молодых специалистов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

***знать:***

- основные понятия и положения химии, основы теории химической связи и валентности, периодический закон и периодическую систему элементов, важнейшие классы неорганических соединений и их свойства;
- классификацию и номенклатуру органических соединений, химические свойства классов органических соединений;
- классификацию химических реакций, классификацию дисперсных систем, основные понятия и методы электрохимии, адсорбционные явления и методы их описания, энергетику и кинетику химических процессов, колебательные реакции;
- основные схемы анализа сложных смесей, используя качественные реакции разделения и обнаружения, способы описания химического равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, способы определения рН сред, буферных систем, растворов солей, подвергающихся гидролизу;
- реакционную способность веществ, методы химической идентификации веществ, основные понятия количественного анализа;

**уметь:**

- производить расчеты химических реакций, в том числе, расчеты концентраций растворов;
- применять методы термодинамики к задачам химии;
- рассчитывать концентрационные зависимости и приготавливать соответствующие растворы;
- определять содержание веществ в исследуемом образце с помощью методов количественного анализа;
- работать в химической лаборатории с химической посудой, весовым оборудованием, реактивами, проводить простые химические эксперименты и оформлять их результаты.

**владеть:**

- приемами работы в химической лаборатории с химическими реактивами и посудой;
- основными положениями химической термодинамики и кинетики;
- знаниями природы и типов химической связи и межмолекулярных взаимодействий;
- знаниями типичных свойств важнейших классов неорганических соединений;
- номенклатурой органических соединений;
- знаниями о реакционной способности органических соединений и о механизмах протекания реакций;
- знаниями об относительной устойчивости промежуточных частиц;
- приемами расчетов изменения термодинамических функций при протекании химических и биохимических процессов;
- знаниями о кинетике химических и ферментативных реакций;
- знаниями о механизме поверхностных явлений;
- знаниями о свойствах коллоидных систем;
- методами количественного анализа важнейших низкомолекулярных соединений в биологических жидкостях;
- методиками и приемами, лежащими в основе качественного разделения анализируемых смесей.

Типовая учебная программа по дисциплине «Химия» разработана в соответствии с образовательными стандартами высшего образования первой ступени и типовыми учебными планами по специальности 1-33 01 05 Медицинская экология и 1-80 02 01 Медико-биологическое дело.

Учебный материал включает следующие разделы: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия» и «Физическая и коллоидная химия». Указанные разделы изучаются на первом и втором курсах. Программа рассчитана на 484 часа, из них 246 аудиторных часа, в том числе на лекции отводится 118 часов, на лабораторные работы 88 часов, на практические/семинарские занятия – 40 часов. Примерное количество часов, отводимое на изучение дисциплины «Химия» по отдельным разделам:

1. Общая и неорганическая химия: лекции – 30 часов, лабораторные занятия – 20 часов, практические/семинарские занятия – 16 часов (всего 66 аудиторных часов).
2. Аналитическая химия: лекции – 22 часа, лабораторные занятия – 28 часов, практические/семинарские занятия – 10 часов (всего 60 аудиторных часов).
3. Органическая химия: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 24 часа, практические/семинарские занятия – 8 часов (всего 64 аудиторных часа).
4. Физическая и коллоидная химия: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические/семинарские занятия – 6 часов (всего 56 аудиторных часов).

Преподавание разделов, входящих в дисциплину «Химия» предполагает использование, как традиционных, так и нетрадиционных форм обучения, таких, как проблемная и личностно-ориентированная.

Текущий контроль качества усвоения знаний предполагает проведение устных опросов, выполнение письменных заданий и контрольных работ во время проведения лабораторных и практических/семинарских занятий. Результаты освоения учебного материала оцениваются по десятибалльной системе. Итоговая оценка полученных знаний по разделам формируется по результатам экзаменов и зачётов, проводимых после выполнения учебных планов. На практических/семинарских занятиях следует обратить внимание на рассмотрение вопросов из области химии, экологии и биологии. Такой подход в изучении химии показывает единство всех изучаемых дисциплин.

## II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов и тем	Всего аудиторных часов	В том числе		
			лекции	лабораторные занятия	практические/семинарские занятия
<b>Раздел 1. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>					
1	Атомно-молекулярная теория. Стехиометрические законы	4	2		2
2	Строение электронных оболочек атомов	2	2		
3	Периодический закон и периодическая система элементов	10	6	4	
4	Химическая связь	6	4		2
5	Химическая термодинамика	6	4		2
6	Химическая кинетика и равновесие	8	2	4	2
7	Растворы. Растворы электролитов и неэлектролитов. Электролитическая диссоциация	4	2		2
8	Реакции в растворах электролитов	4	2		2
9	Гидролиз солей	6	2	4	
10	Окислительно-восстановительные реакции	8	2	4	2
11	Комплексные соединения	8	2	4	2
Всего:		66	30	20	16
<b>Раздел 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>					
12	Место аналитической химии в составе фундаментальных наук. Титриметрические методы. Метод кислотно-основного титрования	8	2	4	2
13	Кривые титрования метода нейтрализации. Индикаторы	8	2	4	2
14	Титрование многоосновных кислот	8	2	4	2
15	Титриметрические методы окисления–восстановления	8	2	4	2
16	Кривые титрования и индикаторы метода окисления-восстановления	10	2	8	
17	Гравиметрический метод анализа	4	4		
18	Комплексные соединения. Комплексонометрия	10	4	4	2

19	Классификация физических и физико-химических методов анализа	2	2		
20	Молекулярно-абсорбционный спектральный анализ	2	2		
Всего:		60	22	28	10
<b>Раздел 3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</b>					
21	Строение и реакционная способность органических соединений	2	2		
22	Классификация и номенклатура органических соединений. Классификация органических реакций	6	2	4	
23	Алканы. Циклоалканы	8	2	4	2
24	Алкены. Алкадиены	2	2		
25	Алкины	2	2		
26	Ароматические углеводороды	6	2	4	
27	Галогенпроизводные углеводородов	6	2	2	2
28	Спирты. Простые эфиры	5	2	2	1
29	Гликоли. Фенолы. Амины	3	2		1
30	Карбонильные соединения. Свойства альдегидов и кетонов	9	4	4	1
31	Карбоновые кислоты и их производные	9	4	4	1
32	Углеводы. Природные аминокислоты	2	2		
33	Гетероциклические соединения	2	2		
34	Методы установления строения органических соединений	2	2		
Всего:		64	32	24	8
<b>Раздел 4. ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ</b>					
35	Газовые законы	2	2		
36	Первое начало термодинамики и его приложение к различным типам процессов. Термохимия	2	2		
37	Смысл и математическое выражение второго начала термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы	8	2	4	2
38	Абсолютная и стандартная энтропия.	2	2		

	Расчеты изменения энтропии в различных процессах				
39	Термодинамика химического равновесия	6	2	4	
40	Химическое равновесие в гетерогенных и гомогенных системах	6	2	4	
41	Основные понятия химической кинетики. Механизм химической реакции	6	2	4	
42	Теоретические основы ферментативной кинетики	2	2		
43	Электрохимия. Электродвижущие силы гальванических цепей	4	2		2
44	Электрохимические элементы	2	2		
45	Поверхностные явления и адсорбция	2	2		
46	Термодинамика сорбционных явлений	2	2		
47	Термическое уравнение адсорбции	4	4		
48	Определение, основные задачи и направления коллоидной химии	4	2		2
49	Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов	4	4		
Всего:		56	34	16	6
<b>Итого:</b>		<b>246</b>	<b>118</b>	<b>88</b>	<b>40</b>



### **III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **Раздел 1. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

##### **Тема 1. Атомно-молекулярная теория. Стехиометрические законы**

Основные положения атомно-молекулярной теории. Вещества с молекулярной и немолекулярной структурой. Химический эквивалент, закон эквивалентов. Закон постоянства состава. Нестехиометрические соединения

##### **Тема 2. Строение электронных оболочек атомов**

Квантово-механическая модель строения атома. Квантовые числа. Атомные орбитали. Энергетические уровни и подуровни. Строение электронных оболочек атомов элементов. Многоэлектронный атом.

##### **Тема 3. Периодический закон и периодическая система элементов**

Современная формулировка периодического закона. Последовательность заполнения атомных орбиталей электронами и формирование периодов и групп элементов. Электронные семейства. Электронные аналоги. Периодичность свойств атомов элементов, простых веществ и химических соединений. Электроотрицательность. Простые вещества. Граница между металлами и неметаллами в периодической системе. Типичные свойства металлов и неметаллов. Характеристические соединения. Свойства оксидов, гидратированных оксидов, водородных соединений химических элементов периодической системы.

##### **Тема 4. Химическая связь**

Типы химической связи. Количественные характеристики химической связи. Метод валентных связей. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Энергетические диаграммы двухатомных молекул элементов второго периода. Порядок связи и магнитные свойства. Ионная связь. Ионные кристаллические решетки. Металлическая связь. Механизм образования водородной связи. Типы межмолекулярного взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсное).

##### **Тема 5. Химическая термодинамика**

Химическая система и внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Энтальпия. Закон Гесса. Энтропия. Второе и третье начало термодинамики. Энергия Гиббса и направление самопроизвольного протекания химического

процесса. Стандартные термодинамические величины и термодинамические расчеты.

### **Тема 6. Химическая кинетика и равновесие**

Скорость химической реакции. Закон действия масс. Энергия активации и активированный комплекс. Уравнение Аррениуса. Катализ и катализаторы. Механизм действия катализатора. Понятие о механизме химических реакций. Цепные реакции. Состояние химического равновесия. Константа равновесия. Сдвиг химического равновесия, принцип Ле Шателье. Кинетический и термодинамический подход к равновесию.

### **Тема 7. Растворы. Растворы электролитов и неэлектролитов. Электролитическая диссоциация**

Классификация дисперсных систем. Растворение как физико-химический процесс. Сольваты. Изменение термодинамических функций системы при растворении. Влияние условий на растворимость веществ. Способы выражения состава растворов. Растворы неэлектролитов. Диффузия и осмос. Закон Вант-Гоффа. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Законы Рауля. Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Диссоциация электролитов в растворах. Кислоты, основания, соли. Теория кислот и оснований. Амфотерные электролиты. Особенности состояния сильных электролитов в растворе, активность ионов.

### **Тема 8. Реакции в растворах**

Ионообменные реакции в растворах. Условия образования осадков. Произведение растворимости. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

### **Тема 9. Гидролиз солей**

Гидролиз солей. Механизм гидролиза. Типичные случаи гидролиза. Степень гидролиза. Константа гидролиза. Факторы, влияющие на глубину гидролиза. Определение pH в растворах гидролизующих солей.

### **Тема 10. Окислительно-восстановительные реакции**

Реакции окисления-восстановления, классификация, способы составления уравнений реакций. Окислители и восстановители. Электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Двойной электрический слой и скачок потенциала на границе металл-раствор. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Окислительно-

восстановительные потенциалы и направление протекания реакций окисления-восстановления.

### **Тема 11. Комплексные соединения**

Основные положения координационной теории. Типичные комплексообразователи и лиганды. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константа нестойкости. Характер химической связи в комплексных соединениях. Теория кристаллического поля. Теория валентных связей и строение комплексного иона.

## **Раздел 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

### **Тема 12. Место аналитической химии в составе фундаментальных наук. Титриметрические методы. Метод кислотно-основного титрования**

Задачи и методы аналитической химии. Понятие о химических, физических, физико-химических (инструментальных) методах анализа. Ионная сила раствора. Активность, коэффициент активности. Правило ионной силы Льюиса. Титриметрические методы. Условия применения титриметрических методов. Классификация титриметрических методов по химическим реакциям, способу титрования. Метод кислотно-основного титрования. Рабочие растворы, установочные веществ, индикаторы метода. Теория индикаторов метода нейтрализации. Основное уравнение теории индикаторов. Интервал перехода индикаторов, показатель титрования. Универсальные и смешанные индикаторы.

### **Тема 13. Кривые титрования метода нейтрализации. Индикаторы**

Кривые титрования метода нейтрализации. Основные точки на кривой титрования. Влияние различных факторов на величину скачка на кривой титрования. Титрование сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Расчет рН в точках на кривой титрования. Кривая титрования слабой кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Буферное действие. Буферные системы. Расчет рН буферных смесей. Правило выбора индикатора по кривым титрования.

### **Тема 14. Титрование многоосновных кислот**

Титрование многоосновных кислот и смесей кислот различной силы. Определение солей методом нейтрализации. Способы титрования

### **Тема 15. Титриметрические методы окисления–восстановления**

Классификация методов окисления-восстановления. Направление реакций окисления-восстановления. Влияние различных факторов на величину потенциала. Константа равновесия окисления-восстановления. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Скорость реакций окисления-восстановления. Сопряженные реакции.

### **Тема 16. Кривые титрования и индикаторы метода окисления-восстановления**

Кривые титрования методов окисления-восстановления. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Возможность расширения скачка на кривой титрования. Индикаторы методов окисления-восстановления. Интервал перехода редокс-индикаторов. Принцип выбора индикаторов в окислительно-восстановительных методах.

### **Тема 17. Гравиметрический метод анализа**

Принципы количественного анализа. Классификация методов количественного анализа. Сравнительная оценка точности и чувствительности методов количественного анализа. Сущность гравиметрического анализа. Теоретические основы осаждения малорастворимых соединений. Правило произведения растворимости и его использование в практике химического анализа. Солевой эффект. Влияние одноименных и разноименных ионов на растворимость труднорастворимого электролита. Влияние других факторов на полноту осаждения. Выбор осадителя и требования к нему. Количество добавляемого реагента. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Созревание осадков. Требования к осадкам и весовой форме. Явления соосаждения, адсорбции, окклюзии, изоморфизм. Влияние различных факторов на соосаждение. Позитивные и негативные стороны соосаждения в аналитической химии и технологиях.

### **Тема 18. Комплексные соединения. Комплексонометрия**

Комплексные соединения. Комплексонометрия. Полидентатные комплексные соединения. Особенности реакции комплексообразования ионов металлов с ЭДТА. Условные константы устойчивости комплексов. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Индикаторы комплексонометрического метода. Механизм их действия. Основные требования к металл-индикаторам. Аналитические возможности комплексонометрического метода. Гидросокомплексы, их значение в аналитической химии.

## **Тема 19. Классификация физических и физико-химических методов анализа**

Классификация физических и физико-химических методов анализа: электрохимических, оптических и хроматографических. Принципы, положенные в основу классификации. Определение потенциометрии, классификация потенциометрического метода. Нормальный элемент Вестона, электроды в потенциометрии. Ионно-селективные электроды и их использование в качественном анализе. Стекланный электрод. Реакции, изучаемые методом потенциометрического титрования.

## **Тема 20. Молекулярно-абсорбционный спектральный анализ**

Молекулярно-абсорбционно спектральный анализ. Теоретические основы метода. Происхождение спектров поглощения. Законы поглощения световых лучей и их применение в абсорбционной спектроскопии. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент светопоглощения. Ограничение и условие применимости закона Бугера-Ламберта-Бера. Возможности фотокolorиметрического и спектрофотометрического методов анализа. Основы качественного и количественного абсорбционного анализа в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра. Анализ смеси окрашенных веществ.

## **Раздел 3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

### **Тема 21. Строение и реакционная способность органических соединений**

Органическая химия, и ее место среди естественнонаучных дисциплин. Теория химического строения органических соединений. Типы связей в органических соединениях (одинарные, двойные, тройные). Гибридизация. Гомо- и гетеролитический разрыв связей. Промежуточные частицы: свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы, кислоты и основания. Классификация растворителей.

### **Тема 22. Классификация и номенклатура органических соединений. Классификация органических реакций**

Классификация и номенклатура органических соединений. Типы органических реакций. Классификация органических реакций по типу разрыва связей, по характеру и числу реагирующих частиц. Электронные и пространственные эффекты заместителей (индуктивный и мезомерный). Структурная и пространственная изомерия органических соединений. Понятие о конфигурации и конформации. Изомерия при двойной связи (цис-,

транс- и Z-, E-изомеры). Оптическая активность и хиральность. Стереοизомеры. Понятия об энантиомерах и диастереοизомерах. Рацематы. R, S-номенклатура.

### **Тема 23. Алканы и циклоалканы**

Природа связей, пространственное строение алканов. Номенклатура, физические и химические свойства алканов и циклоалканов. Конформации. Реакции радикального замещения атома водорода, их механизм. Относительная устойчивость алкильных радикалов. +I-Эффект алкильной группы. Природа связей, пространственное строение циклоалканов. Номенклатура. Теория напряжения циклов Байера. Конформации циклогексана и их производных; экваториальные и аксиальные связи. Особые свойства циклопропана.

### **Тема 24. Алкены и алкадиены**

Природа связей, пространственное строение алкенов, номенклатура, физические свойства. Реакции электрофильного присоединения по двойной связи, их механизм. Правило Марковникова и его объяснение с позиций электронных представлений. Электронные эффекты заместителей. Реакции присоединения, протекающие против правила Марковникова. Реакции гидроксирования (реакция Вагнера). Реакция эпоксидирования (реакция Прилежаева). Реакции окисления (реакция озонолиза). Реакции полимеризации алкенов. Диеновые углеводороды. Кумулированные и сопряжённые связи. Реакции 1,4-циклоприсоединения (реакция Дильса-Альдера). Изопрен, натуральный каучук и гуттаперча.

### **Тема 25. Алкины**

Природа связей, пространственное строение алкинов, номенклатура, физические свойства. Реакции электрофильного присоединения по тройной связи. Перегруппировка Эльтекова-Эрленмейера. C-H кислотность ацетилена. Ацетилениды металлов и их реакции с органическими галогенидами и с карбонильными соединениями.

### **Тема 26. Ароматические углеводороды**

Природа связей в бензоле. Ароматичность и правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Гетероароматические соединения: фуран, тиофен, пиррол, пиридин. Соединения ряда бензола. Физические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензоле, ее механизм.  $\delta$ - и  $\pi$ -Комплексы. Влияние заместителей в ядре аренов на скорость и ориентацию реакций электрофильного замещения. Реакции боковой цепи алкилбензолов.

### **Тема 27. Галогенпроизводные углеводов**

Классификация и номенклатура. Физические свойства. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена под действием нуклеофильных агентов. Влияние растворителя. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$  замещения у насыщенного атома углерода, их кинетика и стереохимия. Реакции элиминирования галогеноводорода. Правило Зайцева. Реактивы Гриньяра и их использование в органическом синтезе. Стойкие органические загрязнители (суперэкоотоксиканты).

### **Тема 28. Спирты и простые эфиры**

Классификация и номенклатура. Кислотно-основные свойства спиртов. Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Поведение первичных, вторичных и третичных спиртов в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции дегидратации. Окисление первичных и вторичных спиртов. Простые эфиры и способы их получения.

### **Тема 29. Гликоли, фенолы и амины**

Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Природные источники многоатомных спиртов. Кислотность, образование хелатных комплексов, расщепление йодной кислотой. Кислотность фенолов. Получение простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения у фенолов и их производных. Салициловая кислота и ее производные. Классификация аминов. Амины как органические основания и нуклеофилы.

### **Тема 30. Карбонильные соединения. Свойства альдегидов и кетонов**

Классификация, номенклатура. Физические свойства. Строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах и реакции нуклеофильного присоединения. Реакции с водой, спиртами, аминами. Полуацетали, ацетали. Присоединение реагентов Гриньяра и Виттига, цианидов и бисульфита. Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений. Восстановление комплексными гидридами. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия. Альдольно-кетоновая конденсация. Кислотный и щелочной катализ альдольной конденсации кетонов и альдегидов. Особенности реакций неенолизуемых альдегидов: реакция Канниццаро.

### **Тема 31. Карбоновые кислоты и их производные**

Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры и тиоэфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, их получение и взаимопревращения. Реакция этерификации и механизм её протекания. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Жирные кислоты, липиды, жиры. Основные представители ненасыщенных кислот: акриловые кислоты и полимеры на их основе. Дикарбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, адипиновая, фталевая кислоты. Сополимеры на основе дикарбоновых кислот.

### **Тема 32. Углеводы. Природные аминокислоты**

Классификация, биологическая роль и распространение углеводов в природе. Моносахариды (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза). D- и L-ряды. Пиранозные и фуранозные формы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Мутаротация. O- и N- гликозиды. Дисахариды и их типы (сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза). Полисахариды (крахмал, целлюлоза, гликоген). Природные аминокислоты: строение и свойства.

### **Тема 33. Гетероциклические соединения**

Классификация, номенклатура гетероциклов. Пятичленные гетероциклы. Взаимопревращения фурана, тиофена и пиррола (реакция Юрьева). Пиридин как основание. Природные соединения, содержащие производные пиррола. Гетероциклы, присутствующие в молекулах нуклеиновых кислот.

### **Тема 34. Методы установления строения органических соединений**

Спектральные методы исследования структуры органических соединений (УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопия). Понятия о масс-спектрометрии и рентгеноструктурном анализе органических соединений.

## **Раздел 4. ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

### **Тема 35. Газовые законы**

Силы притяжения между молекулами, атомами. Законы поведения идеальных и реальных газов и их приложение в качестве основы для понимания начал термодинамики.

### **Тема 36. Первое начало термодинамики и его приложение к различным типам процессов. Термохимия**



Формулировка и математическое выражение первого начала термодинамики и его применение к характеристике различных процессов в живой и неживой природе.

### **Тема 37. Смысл и математическое выражение второго начала термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы**

Статистическая природа второго начала термодинамики как основа понимания процессов жизнедеятельности

### **Тема 38. Абсолютная и стандартная энтропия. Расчеты изменения энтропии в различных процессах**

Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы и их применение в описании свойств клетки. Постулат Планка как третье начало термодинамики, его использование для расчетов абсолютных значений энтропии системы.

### **Тема 39. Термодинамика химического равновесия**

Химический потенциал как мера изменения энергии химической системы за счет изменения массы исходных и конечных продуктов реакции. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Зависимость константы равновесия от температуры. Взаимосвязь между константой химического равновесия и изобарно-изотермическим потенциалом

### **Тема 40. Химическое равновесие в гетерогенных и гомогенных системах**

Правило фаз, фазовые диаграммы. Коллигативные свойства растворов как основа пассивного транспорта.

### **Тема 41. Основные понятия химической кинетики. Механизм химической реакции**

Гомогенные и гетерогенные химические реакции. Скорость, порядок и молекулярность химической реакции. Количественные соотношения между скоростью реакции и концентрацией реагентов. Применение количественных параметров химических реакций для описания их механизма. Теория активных соударений. Теория переходного комплекса.

### **Тема 42. Теоретические основы ферментативной кинетики**

Основные теории гомогенного и гетерогенного катализа. Понятие о кинетике и механизме ферментативных процессов.

#### **Тема 43. Электрохимия. Электродвижущие силы гальванических цепей**

Электродный потенциал. Диффузионный и межжидкостный потенциал. Механизм возникновения электродвижущей силы гальванических цепей. Термодинамика обратимых электрохимических систем. Электрическая и химическая работа. Электрохимические процессы в живых организмах.

#### **Тема 44. Электрохимические элементы**

Типы полуэлементов. Электроды сравнения, стандартные электроды. Использование электрохимических элементов в биологических исследованиях.

#### **Тема 45. Поверхностные явления и адсорбция**

Обзор сорбционных явлений. Природа адсорбционного взаимодействия. Поверхностное натяжение и природа вещества. Равновесие фаз при искривленной поверхности раздела. Роль сорбционных явлений в биологии.

#### **Тема 46. Термодинамика сорбционных явлений**

Термодинамика поверхностных явлений в однокомпонентных системах. Строгое определение понятия адсорбции. Уравнение адсорбции Гиббса.

#### **Тема 47. Термическое уравнение адсорбции**

Изотерма адсорбции. Уравнение Фрейндлиха. Мономолекулярная адсорбция и изотерма Ленгмюра. Использование полученных уравнений в описании биохимических процессов.

#### **Тема 48. Определение, основные задачи и направления коллоидной химии**

Свойства коллоидных растворов. Оптические свойства и методы исследования коллоидных растворов. Коллоидные системы как основные формы существования.

#### **Тема 49. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов**

Броуновское движение. Кинетическая устойчивость дисперсных систем и седиментационное равновесие. Осмотическое давление. Равновесие Гиббса-Доннана. Электрические свойства коллоидных растворов. Строение коллоидных частиц. Мыла и высокомолекулярные соединения. Явление мицеллообразования. Агрегативная и седиментационная устойчивость. Золи и суспензии. Пены и эмульсии. Аэрозоли. Понятие о физико-химической механике дисперсных систем.

## **IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Примерный перечень тем лабораторных занятий**

#### ***Раздел 1. Общая и неорганическая химия***

1. Основные классы неорганических соединений
2. Скорость химических реакций и химическое равновесие.
3. Способы выражения концентрации растворов.
4. Гидролиз солей.
5. Окислительно-восстановительные реакции.
6. Комплексные соединения.

#### ***Раздел 2. Аналитическая химия***

1. Приготовление растворов различной концентрации.
2. Кислотно-основное титрование.
3. Титриметрический метод анализа многоосновных кислот и смеси кислот.
4. Титриметрический анализ солей.
5. Метод окисления-восстановления. Определение неорганических соединений.
6. Метод окисления-восстановления. Определение органических соединений.
7. Комплексонометрическое титрование.

#### ***Раздел 3. Органическая химия***

1. Техника безопасности, методы очистки и анализа органических соединений.
2. Алифатические углеводороды.
3. Ароматические соединения.
4. Галогенпроизводные, спирты, гликоли, фенолы и простые эфиры.
5. Карбонильные соединения.
6. Карбоновые кислоты.

#### ***Раздел 4. Физическая и коллоидная химия***

1. Энергетика химических реакций.
2. Равновесие химических реакций.
3. Определение влияния концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции.
4. Изучение кинетики реакции окисления  $\Gamma$ -ионов пероксидом водорода в кислой среде.

### **Примерный перечень тем практических/семинарских занятий**

### ***Раздел 1. Общая и неорганическая химия***

1. Атомно-молекулярная теория. Строение электронных оболочек атомов.
2. Химическая связь и валентность.
3. Химическая термодинамика.
4. Химическая кинетика.
5. Свойства растворов.
6. Растворы и реакции в водных растворах.
7. Окислительно-восстановительные процессы.
8. Комплексные соединения.

### ***Раздел 2. Аналитическая химия***

1. Титриметрические методы анализа.
2. Кривые титрования метода нейтрализации.
3. Буферные системы. Титрование многоосновных кислот и смешанных солей.
4. Методы окисления-восстановления.
5. Комплексонометрия.

### ***Раздел 3. Органическая химия***

1. Радикальные реакции углеводородов. Реакции ненасыщенных алифатических углеводородов. Ароматические углеводороды.
2. Галогенпроизводные углеводородов.
3. Спирты, диолы, фенолы, простые эфиры.
4. Реакции карбонильных соединений и карбоновых кислот.

### ***Раздел 4. Физическая и коллоидная химия***

1. Химическая термодинамика – теоретическая основа изучения обмена веществ и энергии в живом организме.
2. Электрохимия. Электродные потенциалы.
3. Моделирование биопроцессов: достижения и проблемы.

В качестве основных методов (технологий) обучения, отвечающих целям изучения дисциплины, могут использоваться:

- элементы проблемно-модульного обучения, реализуемые на лекциях, лабораторных и практических/семинарских занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных и практических/семинарских занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях; моделирование проблемных ситуаций и выработка схем их

решения, реализуемые на лабораторных и практических/семинарских занятиях.

Для осуществления текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине в качестве диагностических методов могут использоваться:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

Для итоговой оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использовать рейтинговую систему. При формировании итоговой оценки знаний студентов рекомендуется использовать оценки, полученные студентами по десятибалльной системе, в ходе защиты лабораторных работ, ответов на устные вопросы, при написании контрольных работ и выполнении письменных заданий на практических/семинарских занятиях, а также при сдаче экзаменов и зачётов.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература к разделу 1

1. Глинка Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. - М.: Интеграл-Процесс, 2008.
2. Суворов А.В. Общая химия / А.В. Суворов, А.Б. Никольский. - СПб.: Химия, 1994.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.С. Ахметов. - М.: Высшая школа, 1988.
4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии / Н.Л. Глинка. - Л.: Химия, 1985.

### Дополнительная литература к разделу 1

5. Ахметов Н.С. Актуальные вопросы курса неорганической химии / Н.С. Ахметов. - М.: Просвещение, 1991.
6. Угай Я.А. Неорганическая химия / Я.А. Угай. - М.: Высшая школа, 1989.
7. Зубович И.А. Неорганическая химия / И.А. Зубович. - М.: Высшая школа, 1989.

### Основная литература к разделу 2

9. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии / Э.Ю. Янсон М.: Высшая школа, 1987.
10. Лайтинен Г.А. Химический анализ / Г.А. Лайтинен – М.: Химия, 1986.

### Дополнительная литература к разделу 2

11. Посыпайко В.И. Химические методы анализа / В.И. Посыпайко, Н.А. Козырева. - М.: Высшая школа, 1989.
12. Методы обнаружения и разделения элементов. Практическое руководство / Под ред. И.П. Алимарина. - М.: Изд. МГУ, 1984.

### Основная литература к разделу 3

13. Грандберг И.И. Органическая химия / И.И. Грандберг. - М. Высшая школа, 2002.
14. Тейлор Г. Основы органической химии / Г. Тейлор. - М.: Мир, 1989.
15. Вайзман Ф. Основы органической химии / Ф. Вайзман. - СПб., 1995.
16. Терней А. Современная органическая химия в 2 т. / А. Терней. - М.: Мир, 1981.
17. Шабаров Ю.С. Органическая химия / Ю.С. Шабаров. - М.: Химия, 2000.
18. Березин Б.Д. Курс современной органической химии / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. - М.: Высшая школа, 1999.

19. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. - М.: Химия, 1991.

### **Дополнительная литература к разделу 3**

20. Иванов В.Г. Практикум по органической химии / В.Г. Иванов, О.Н. Гева, Ю.Г. Гаверова. - М.: Химия, 2000.
21. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии / И.И. Грандберг. - М.: Высшая школа, 2002.
22. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии / П. Сайкс. - М.: Химия, 1991.

### **Основная литература к разделу 4**

23. Ахметов Б.В. Физическая и коллоидная химия в 2 т. / Б.В. Ахметов, Ю.П. Новиченко, В.И. Чапурин. – Л.: Химия, 1986.
24. Балезин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. - М.: Химия, 1980.
25. Киселев П.А. Курс лекций по физической химии / П.А. Киселев, С.Б. Бокуть. – Мн.: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2005.
26. Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н.А. Купша, Е.Е. Малахова. - М.: Химия, 1991.
27. Киселев П.А. Курс лекций по коллоидной химии / П.А. Киселев, С.Б. Бокуть. – Мн.: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2005.
28. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия / Р.А. Хмельницкий. - М.: Высшая школа, 1998.
29. Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - М.: Высшая школа, 2004.

### **Дополнительная литература к разделу 4**

30. Фрайфельдер Д. Физическая биохимия / Д. Фрайфельдер. - М.: Мир, 1980.
35. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. / Л.: Химия, 1995.
36. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды / Г. Фелленберг. - М.: Мир, 1997.
37. Беркинблит М.Б. Электричество в живых организмах / М.Б. Беркинблит, Е.Г. Глаголева. - М.: Наука, 1988.
38. Киреев В.А. Курс физической химии / В.А. Киреев. - М.: Высшая школа, 1988.