

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра общей и физической химии

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Аналитическая химия»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «14» мая 2021 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от «17» мая 2021 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Аналитическая химия» являются: развитие у студентов умений и навыков в исследовании качественного и количественного состава вещества; развитие способности применять свои знания в практической деятельности; развитие интереса к учебно-исследовательской работе. Основная задача курса – овладение основными методами качественного и количественного химического анализа вещества.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Блока 1 (Б1.О.29).

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть знаниями, основанными на изучении общей и неорганической химии, математики, физики.

Знание аналитической химии необходимо для изучения дисциплин биологического и экологического направления (элементный качественный и количественный анализ состава живых систем различного уровня – от клетки до экосистемы). Знания, полученные студентами необходимы для изучения последующих дисциплин («Физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Биохимия» и др.) и выполнения выпускных квалификационных работ. Полученные в курсе «Аналитическая химия» знания необходимы также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Биология» и «Экологический мониторинг».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.	<b>ОПК-1.3</b> Применяет базовые знания химии при проведении химико-аналитических исследований в области экологии и природопользования.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- химические реакции, лежащие в основе определения катионов и анионов;</li><li>- основы гравиметрического и титриметрического видов анализа;</li><li>- основные методики и приемы решения экспериментальных и теоретических задач;</li><li>- методы отбора проб;</li><li>- основные типы оборудования, применяемого в химической лаборатории;</li><li>- правила техники безопасности при работе с химическими веществами в лаборатории и в полевых условиях.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- разделять группы ионов и отдельные ионы друг от друга;</li><li>- исследовать смеси ионов различной степени сложности;</li><li>- выполнять количественный химический анализ различных ионов, отдельных веществ, а также их смесей.</li></ul>

		<p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обращения с химическими реактивами и современным лабораторным оборудованием;</li> <li>- приготовления растворов с заданной концентрацией;</li> <li>- практической работы по определению качественного и количественного состава вещества;</li> <li>- выполнения химического эксперимента с соблюдением правил техники безопасности.</li> </ul>
<p><b>ОПК-6</b> Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.</p>	<p><b>ОПК-6.1</b> Представляет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в виде отчета по установленной форме.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и номенклатуру химических веществ;</li> <li>- классификацию и теоретические основы химических методов анализа;</li> <li>- общепринятые правила оформления результатов экспериментальной работы.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять формулы химических веществ и записывать уравнения реакций с их участием;</li> <li>- последовательно и логически обоснованно излагать результаты химического эксперимента;</li> <li>- формулировать выводы из проделанного эксперимента.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерпретации результатов химического эксперимента;</li> <li>- обработки экспериментальных данных.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-6.2</b> Представляет результаты работы в виде тезисов доклада, презентации на русском и/или иностранном языках в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и номенклатуру химических веществ;</li> <li>- правила оформления результатов научной работы, принятые в научном сообществе.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять формулы химических веществ и записывать уравнения реакций с их участием;</li> <li>- работать со справочной литературой, выполнять поиск информации о физико-химических свойствах веществ;</li> <li>- последовательно и логически обоснованно излагать результаты научно-исследовательской работы;</li> <li>- формулировать выводы из проделанного эксперимента.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерпретации результатов химического эксперимента;</li> <li>- обработки экспериментальных данных;</li> <li>- оформления и представления научных результатов, их публичной защиты.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)	
			Контактная работа							
			лекции	практические	Лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа		
1	Введение. Предмет аналитической химии. Деление катионов на группы. Реакции катионов I группы	2	4		2				2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
2	Реакции катионов II группы. Анализ смеси катионов I-II групп	2	2		2				2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
3	Реакции катионов III-IV групп. Анализ смеси катионов III-IV групп	2	2		2				2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
4	Реакции катионов V-VI групп. Анализ смеси катионов V-VI групп	2	2		2				2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
5	Анализ смеси катионов I-VI групп	2	2		4	1			4	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
6	Классификация анионов по группам. Реакции анионов I-III групп. Анализ смеси анионов I-III групп	2	2		2				2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
7	Совместный анализ катионов и анионов. Анализ сухого вещества	2	2		4	1			4	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
8	Количественный анализ. Гравиметрический анализ	2	2		6	1			6	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
9	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование	2	4		10	2			11	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
10	Комплексонометрическое титрование. Определение общей жесткости воды	2	2		2	1			2	Опрос, лабораторная работа, отчет по работе
							0,3		4,7	Зачет
	<b>Всего</b>		<b>24</b>		<b>36</b>	<b>6</b>	<b>0,3</b>		<b>41,7</b>	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Предмет аналитической химии. Деление катионов на группы. Реакции катионов I группы	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Реакции катионов II группы. Анализ смеси катионов I-II групп	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Реакции катионов III-IV групп. Анализ смеси катионов III-IV групп	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Реакции катионов V-VI групп. Анализ смеси катионов V-VI групп	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Анализ смеси катионов I-VI групп	2			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Классификация анионов по группам. Реакции анионов I-III групп. Анализ смеси анионов I-III групп	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Совместный анализ катионов и анионов. Анализ сухого вещества	2			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Количественный анализ. Гравиметрический анализ	2			6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование	2			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
10	Комплексометрическое титрование. Определение общей жесткости воды	2			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>36</b>				

## Содержание разделов дисциплины:

### **1. Введение. Предмет аналитической химии. Деление катионов на группы. Реакции катионов I группы.**

1.1. Основные понятия аналитической химии. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов. Характеристика чувствительности аналитических реакций. Подготовка образца к анализу. Аналитическая классификация катионов по группам.

1.2. Сероводородная (сульфидная) классификация катионов по группам. Аммиачно-фосфатная классификация катионов по группам. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Периодическая система элементов и аналитическая классификация ионов. Растворимость химических соединений в связи с положением элементов в периодической системе.

1.3. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Аналитические реакции катионов I группы. Аналитические реакции катионов серебра  $\text{Ag}^+$ . Аналитические реакции катионов ртути (I)  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Аналитические реакции катионов свинца (II)  $\text{Pb}^{2+}$ . Анализ смеси катионов I аналитической группы.

### **2. Реакции катионов II группы. Анализ смеси катионов I-II групп.**

2.1. Аналитические реакции катионов кальция  $\text{Ca}^{2+}$ .

2.2. Аналитические реакции катионов стронция  $\text{Sr}^{2+}$ .

2.3. Аналитические реакции катионов бария  $\text{Ba}^{2+}$ .

2.4. Анализ смеси катионов II аналитической группы.

### **3. Реакции катионов III-IV группы. Анализ смеси катионов III-IV групп.**

3.1. Аналитические реакции катионов III группы. Аналитические реакции катионов цинка  $\text{Zn}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов алюминия  $\text{Al}^{3+}$ . Аналитические реакции катионов хрома (III)  $\text{Cr}^{3+}$ .

3.2. Анализ смеси катионов III аналитической группы.

3.3. Аналитические реакции катионов IV группы. Аналитические реакции катионов магния  $\text{Mg}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов марганца  $\text{Mn}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов железа  $\text{Fe}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов железа  $\text{Fe}^{3+}$ .

3.4. Анализ смеси катионов IV аналитической группы.

### **4. Реакции катионов V-VI группы. Анализ смеси катионов V-VI групп.**

4.1. Аналитические реакции катионов V группы. Аналитические реакции катионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов кадмия  $\text{Cd}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов ртути  $\text{Hg}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов кобальта  $\text{Co}^{2+}$ . Аналитические реакции катионов никеля  $\text{Ni}^{2+}$ . Анализ смеси катионов V аналитической группы.

4.2. Анализ смеси катионов VI аналитической группы. Аналитические реакции катионов натрия  $\text{Na}^+$ . Аналитические реакции катионов калия  $\text{K}^+$ . Аналитические реакции катионов аммония  $\text{NH}_4^+$ .

4.3. Анализ смеси катионов VI группы.

### **5. Анализ смеси катионов с I по VI аналитическую группу.**

### **6. Классификация анионов по группам. Реакции анионов I-III групп. Анализ смеси анионов I-III групп.**

6.1. Аналитические реакции анионов I группы. Аналитические реакции аниона сульфата  $\text{SO}_4^{2-}$ . Аналитические реакции аниона сульфита  $\text{SO}_3^{2-}$ . Аналитические реакции аниона карбоната  $\text{CO}_3^{2-}$ . Аналитические реакции аниона фосфата  $\text{PO}_4^{3-}$ .

6.2. Аналитические реакции анионов II группы. Аналитические реакции аниона хлорида  $\text{Cl}^-$ . Аналитические реакции аниона бромиды  $\text{Br}^-$ . Аналитические реакции аниона иодида  $\text{I}^-$ .

6.3. Аналитические реакции анионов III группы. Аналитические реакции аниона нитрита  $\text{NO}_2^-$ . Аналитические реакции аниона нитрата  $\text{NO}_3^-$ . Аналитические реакции аниона ацетата  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

6.4. Анализ смеси анионов I-III аналитических групп.

**7. Совместный анализ катионов и анионов. Анализ сухого вещества.**

**8. Количественный химический анализ. Гравиметрический анализ.**

8.1. Гравиметрический анализ. Общие понятия о гравиметрическом анализе, классификация его методов. Метод осаждения.

**9. Титриметрический (объемный) анализ. Кислотно-основное титрование.**

9.1. Общие понятия о титриметрическом анализе. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе. Расчет массы навески стандартного вещества для приготовления титранта и определение концентрации титранта. Методы проведения титрования. Методы отдельных навесок и пипетирования.

9.2. Классификация методов титриметрического анализа, основанных на типе реакции. Виды титрования, применяемые в титриметрическом анализе. Методы установления конечной точки титрования.

9.3. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Сущность метода. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Влияние различных факторов на скачок титрования. Ошибки кислотно-основного титрования.

**10. Комплексонометрическое титрование.**

Определение общей жесткости воды.

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Лабораторное занятие** – выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные в результате эксперимента данные, развивает логическое мышление.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Аналитическая химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:**

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

**7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия: учебник. В 2 кн. / В.П. Васильев. – Кн. 1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007. – 367 с.

2. Леднев, С.Н. Аналитическая химия: учебное пособие / С.Н. Леднев, С.Г. Сибриков. – Ярославль: ЯрГУ, 2018. – 91 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20180301.pdf>

3. Волкова, И.В., Сибриков, С.Г. Химический анализ: метод. указания / И.В. Волкова, С.Г. Сибриков. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 87 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080316.pdf>

**б) дополнительная литература**

1. Сибриков, С.Г. Основы аналитической химии: учеб. пособие для вузов / С.Г. Сибриков. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 144 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20060305.pdf>



2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. / Ю.Я. Харитонов. – Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 559 с.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных работ используются: центрифуга лабораторная СМ-6, весы лабораторные технические, весы лабораторные аналитические, расходные и раздаточные материалы и д.р.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры общей и физической химии, к.х.н.



С.Н. Леднев

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Аналитическая химия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы  
(подготовка к опросу и лабораторным работам)**

**Задания по теме № 1 «Введение. Предмет аналитической химии. Деление катионов на группы. Реакции катионов I группы»:**

1. Раздел 1.3. Качественный химический анализ. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Изучить порядок подготовки и выполнения лабораторной работы. Изучить реакции катионов I аналитической группы:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . Изучить схему систематического анализа смеси катионов I группы. Оформить тетрадь для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 3-12; с. 80-86).

**Задания по теме № 2 «Реакции катионов II группы»:**

1. Разделы 2.1 - 2.3. Изучить реакции катионов II аналитической группы:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ . Оформить тетрадь (катионы II группы) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 13-19; с. 80-86).

2. Разделы 2.4. Изучить схему систематического анализа смеси катионов II группы. (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 19).

**Задания по теме № 3 «Реакции катионов III-IV группы. Анализ смеси катионов III-IV групп»:**

1. Разделы 3.1 - 3.2. Изучить реакции катионов III аналитической группы:  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ . Оформить тетрадь (катионы III группы) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 19-24; с. 80-86).

2. Раздел 3.3. Изучить реакции катионов IV аналитической группы:  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ . Оформить тетрадь (катионы IV группы) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 24-30; с. 80-86).

3. Разделы 3.4. Изучить схему систематического анализа смеси катионов III-IV группы. (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 24, 30).

**Задания по теме № 4 «Реакции катионов V-VI группы. Анализ смеси катионов V-VI групп»:**

1. Раздел 4.1. Изучить реакции катионов V аналитической группы:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , а также анализ смеси катионов V аналитической группы. Оформить тетрадь (катионы V группы) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 31-38; с. 80-86).

2. Разделы 4.2 - 4.3. Изучить реакции катионов VI аналитической группы:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , а также анализ смеси катионов VI группы. Оформить тетрадь (катионы VI группы) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В.,

Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 38-41; с. 80-86).

**Задание по теме № 5 «Совместный анализ катионов и анионов. Анализ сухого вещества»:**

1. Повторить реакции катионов с I по VI группу. Изучить ход анализа (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 41-46).

**Задание по теме № 6 «Классификация анионов по группам. Реакции анионов I-III групп. Анализ смеси анионов I-III групп»:**

1. Разделы 6.1 – 6.3. Изучить аналитические реакции анионов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Оформить тетрадь (анионы с I по III группу) для лабораторных работ по форме, представленной в приложении № 1, 2 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 47-57; с. 80-86).

2. Раздел 6.4. Изучить схему систематического анализа смеси анионов с I по III группы. (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 57-60).

**Задание по теме № 9 «Титриметрический (объемный) анализ. Кислотно-основное титрование»:**

1. Раздел 9.3. Изучить теорию кислотно-основного метода (метода нейтрализации). Знать способы выражения концентрации растворов и способы перехода от одной концентрации к другой. (Леднев, С. Н., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2018).

#### Правила выставления оценки по результатам опроса:

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### Правила оценивания отчета по лабораторной работе:

- *Зачтено* выставляется за полный и правильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. Химический анализ: метод. указания / И. В. Волкова, С. Г. Сибриков. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 87 с.).

- *Не зачтено* выставляется за неполный или неправильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. Химический анализ: метод. указания / И. В. Волкова, С. Г. Сибриков. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 87 с.).

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету**

1. Предмет аналитической химии. Деление катионов на группы.
2. Основные понятия аналитической химии: метод и методика анализа, правильность и воспроизводимость результатов, вида анализа (элементный, функциональный, молекулярный, фазовый, капельный и другие), дробный и систематический анализ.

3. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции (образование окрашенных соединений, образование и растворение осадка, выделение газообразного вещества при реакции, образование кристаллов характерной формы, окрашивание пламени).

4. Типы аналитических реакций и реагентов (специфические, селективные, групповые).

5. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, открываемый минимум).

6. Аналитическая классификация катионов по группам (понятие о сероводородной, аммиачно-фосфатной классификациях; кислотно-основная).

7. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Общая характеристика реакций катионов с I по VI группы.

8. Периодическая система элементов и аналитическая классификация ионов.

9. Реакции катионов I аналитической группы (реакции катионов  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ). Анализ смеси катионов I аналитической группы.

10. Реакции катионов II аналитической группы (реакции катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ).

11. Анализ смеси катионов I-II аналитических групп.

12. Реакции катионов III аналитической группы (реакции катионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ).

13. Реакции катионов IV аналитической группы (реакции катионов  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ).

14. Анализ смеси катионов III-IV групп.

15. Реакции катионов V аналитической группы (реакции катионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ).

16. Реакции катионов VI аналитической группы (реакции катионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

17. Способы удаления катионов аммония  $\text{NH}_4^+$  из смеси (термическое разложение, кипячение щелочных растворов, реакция диспропорционирования, реакция окисления, реакция восстановления).

18. Анализ смеси катионов V-VI групп.

19. Анализ смеси катионов I-VI аналитических групп. Анализ раствора без осадка. Анализ раствора с осадком.

20. Аналитическая классификация анионов по группам (классификация, основанная на образовании малорастворимых солей бария и серебра; классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах).

21. Классификация анионов, основанная на образовании малорастворимых солей бария и серебра.

22. Реакции анионов I аналитической группы (реакции анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

23. Реакции анионов II аналитической группы (реакции анионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ).

24. Реакции анионов III аналитической группы ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ).

25. Анализ смеси анионов I-III групп дробным и систематическим методом.

26. Совместный анализ катионов и анионов. Анализ сухого вещества.

27. Задачи количественного анализа. Химические методы анализа: гравиметрический (весовой) и титриметрический (объемный).

28. Сущность гравиметрического метода, область его применения. Классификация гравиметрического метода (методы осаждения, выделения и отгонки).

29. Основные операции в гравиметрическом методе и их характеристика. Взятие навески. Растворение анализируемого вещества. Осаждение определяемого компонента. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Расчет объема осадителя. Фильтрование. Промывание осадка. Высушивание и прокаливание осадка. Вычисления в гравиметрическом анализе.

30. Определение содержания кристаллизационной воды в хлориде бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

31. Определение содержания катиона бария в солях в виде сульфата бария  $\text{BaSO}_4$ .
32. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование.
33. Принцип метода. Область применения. Точка эквивалентности. Закон эквивалентов.
34. Классификация методов титриметрического анализа (кислотно-основное титрование, комплексонометрическое титрование, осадительное титрование, окислительно-восстановительное титрование).
35. Стандартные и рабочие растворы, их приготовление. Определение титра раствора.
36. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации) и его сущность.
37. Кислотно-основные индикаторы. Определение индикаторов. Ионно-хромофорная теория индикаторов. Область перехода окраски индикатора.
38. Кривые титрования и их построение.
39. Вычисления при титровании.
40. Приготовление стандартного раствора буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ . Приготовление рабочего раствора соляной кислоты  $\text{HCl}$ . Установка концентрации раствора кислоты по раствору буры.
41. Приготовление рабочего раствора щелочи. Установка концентрации раствора щелочи  $\text{NaOH}$  по раствору соляной кислоты.
42. Контрольная задача № 1. Установка неизвестной концентрации раствора  $\text{HCl}$  по раствору  $\text{NaOH}$ .
43. Контрольная задача № 2. Определение временной (карбонатной) жесткости воды по раствору  $\text{HCl}$ .
44. Комплексонометрическое титрование. Определение общей жесткости воды. Сущность метода. Титранты и индикаторы комплексонометрии.
45. Способы комплексонометрического титрования (прямое, обратное и заместительное титрование).
46. Определение общей жесткости воды.

#### Правила выставления оценки на зачете:

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;

- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Аналитическая химия»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Аналитическая химия» являются лекции. По всем темам предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем практического применения его при изучении качественного и количественного состава вещества.

Для успешного освоения дисциплины очень важна предварительная подготовка студентов к лабораторным занятиям. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз проработать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается оформление основной части лабораторной работы согласно приложению 1 (Волкова, И. В., Сибриков, С. Г. / ЯрГУ, 2008. – с. 80-86).

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольных заданий по самостоятельному анализу раствора неизвестных веществ (в аудитории). Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет выставляется по итогам устного собеседования.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом лабораторного курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.