


ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Инженерный факультет

Утверждено:  
на заседании кафедры ТХиМ  
протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета

Зав. кафедрой  /Мухамедзянова А.А.

 /Баннова А.В.

Рабочая программа дисциплины  
**Методы и средства определения химического состава и структуры сырья**

Обязательная часть

Программа бакалавриата

Направление подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии  
и биотехнологии

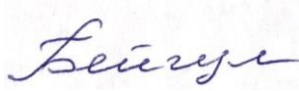
Направленность (профиль) подготовки

Рациональное использование материальных ресурсов и химической технологии  
природного сырья

Квалификация  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

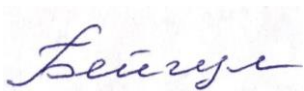
Разработчик  
к.х.н., доцент

 Бейгул Н.А.

Для приема 2022 г.

Уфа, 2022 г.

Составитель: к.х.н., доц. Бейгул Н.А.



Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 9 от « 21 » февраля 2022 г

Заведующий кафедрой ТХиМ



А.А. Мухамедзянова

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры

ры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры

ры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

### Список документов и материалов

. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
4.3. Рейтинг план дисциплины	
. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-2

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы аналитической химии;</li> <li>- основные положения, которые применяются при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ в пробах сырья;</li> <li>- основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик</li> </ul>
		ОПК-2.2 Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач</li> <li>- выполнять стандартные действия (подготовку мерной химической посуды, реактивов и образцов сырья к анализу, проверку работоспособности средств измерения; приготовление растворов реактивов, необходимых для определения веществ в анализируемом сырье и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин;</li> <li>- корректно интерпретировать полученные результаты анализа различ-</li> </ul>

			ных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа; - формулировать основные учебные задачи по (базовым) химическим дисциплинам
		ОПК-2.3 Владеет методами основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам, методами применения полученных знаний при решении практических профессиональных задач; навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах, определения химического состава и структуры сырья; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа.

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Методы и средства определения химического состава и структуры сырья» входит в обязательную часть профессионального цикла Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль подготовки «Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья». Она находится в логической взаимосвязи с другими дисциплинами

**Целями** освоения дисциплины «Методы и средства определения химического состава и структуры сырья» являются: формирование практических и теоретических систематических знаний в области аналитической химии, качественного и количественного анализа веществ, исследования состава и структуры сырья современными химическими и физико-химическими методами.

Значительное внимание уделяется ознакомлению студентов с базовыми и современными методами анализа различных веществ, сырья; с новейшими научными достижениями в области аналитической химии.

Знания, которые приобретает выпускник, позволяет овладеть профессионально ориентированными навыками для решения задач по обнаружению, разделению и определению веществ в различных объектах сырья с корректной интерпретацией полученных результатов; овладеть методологией выбора и применения методов анализа в сфере про-

изводственно-технологической деятельности, а также контроля качества сырья и выпускаемой продукции.

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

#### **3.1. Объем учебной дисциплины**

Всего трудоемкость (ЗЕТ/час) – 7/252

3 семестр – 7 / 252

Контактных часов – 91,2

лекций – 36

лабораторных – 36

Практических - 18

контроль – 54

экзамен – 3 сем.

СРС – 106,8

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (уровень)	Знать: основные положения, которые применяются при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Затрудняется в определении основных положений, которые применяются при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основных этапов расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Имеет представление об положении, применяемом при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основных этапах расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Знает основные положения, которые применяются при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик, но допускает незначительные неточности	Имеет структурированные четкие знания основных положений, применяемых при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик

<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа;</p>	<p>Не корректно интерпретирует полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивает необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа</p>	<p>Умеет решать некоторые типовые задачи, корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа, но допускает отдельные ошибки</p>	<p>Умеет решать комбинированные задачи и корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа</p>	<p>Умеет решать задачи повышенной сложности и корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть: навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа;</p>	<p>Не владеет навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа</p>	<p>Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа</p>	<p>Владеет навыками самостоятельного использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа</p>	<p>Владеет навыками критического анализа учебной информации, владеет прочными навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа</p>



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Лабораторная работа, отчет Коллоквиумы, Индивидуальный опрос, Контрольная работа
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач</li> <li>- выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин формулировать основные учебные задачи по (базовым) химическим дисциплинам</li> </ul>	Лабораторная работа, отчет Коллоквиумы, Задание для индивидуальной работы студентов, Индивидуальный опрос, Контрольная работа
	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам, методами применения полученных знаний при решении практических профессиональных задач	Лабораторная работа, отчет Коллоквиумы, Индивидуальный опрос, Контрольная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

**Критерии оценки экзаменационного ответа (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении

практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

Шкалы оценивания: для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Химические методы анализа</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>28</b>	
1. Аудиторная работа, активность работы на лекциях				
2. Выполнение лабораторных работ (контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам)	3	4	0	12
3. Индивидуальный опрос	4	4	0	16
<b>Рубежный контроль</b>			<b>18</b>	
1. Задание для индивидуальной работы студентов	8	1	0	8
2. Коллоквиум (теоретический опрос)	5	2	0	10
<b>Модуль 2 Физико-химические методы анализа</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>14</b>	
1. Аудиторная работа, активность работы на лекциях				
2. Выполнение лабораторных работ (контроль выполнения и проверка отчетности по лабора-	3	2	0	6

торным работам)				
3. Индивидуальный опрос	4	2	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				<b>10</b>
1. Коллоквиум (теоретический опрос)	5	2	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>10</b>
1. Диспут; помощь в учебно-методической работе по предмету	5	2	0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				<b>30</b>
1. Экзамен			1	30

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из разных разделов программы курса (модулей).

Примерные вопросы для экзамена:

1. Атомно-абсорбционный метод анализа. Теоретические основы метода. Основной закон светопоглощения и его применение в абсорбционной спектроскопии.

2. Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные), достоинства и недостатки. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода.

3. Источники излучения в атомно-абсорбционном методе анализа (лампы с полым катодом, безэлектродная разрядная лампа, лазеры), их характеристики, достоинства и недостатки. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе.

4. Фотометрический метод анализа. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Коэффициент светопоглощения. Чувствительность метода. Точность определения. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.

5. Анализ однокомпонентных систем фотометрическим методом (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод).

6. Анализ двухкомпонентных систем фотометрическим методом.

7. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Классификация электродов, индикаторные электроды и электроды сравнения.

8. Прямая потенциометрия. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции.

9. Потенциометрическое титрование. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции.

10. Компенсационные методы определения конечной точки потенциометрического титрования.

11. Некомпенсационные методы определения конечной точки потенциометрического

титрования.

12. Кулонометрия. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества.

13. Кулонометрия при постоянном потенциале (потенциостатическая кулонометрия). Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Выбор потенциала рабочего электрода. Способы фиксирования окончания реакции.

14. Кулонометрия при постоянном токе (гальваностатическая кулонометрия). Прямой и косвенный (кулонометрическое титрование) метод. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования.

15. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводности и методы измерения электропроводности. Прямая кондуктометрия.

16. Кондуктометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое). Практическое применение.

17. Полярография. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича.

18. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны.

19. Качественный и количественный полярографический анализ. Максимумы I и II рода, причины возникновения и способы их уменьшения.

20. Инверсионная вольтамперометрия. Теоретические основы метода. Основные стадии метода и реакции, протекающие на электроде.

21. Индикаторные электроды, применяемые в инверсионной вольтамперометрии. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.

22. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования.

23. Амперометрия с двумя индикаторными электродами (биамперометрия).

24. Титриметрические методы анализа. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы титрования (прямое, обратное, замещения).

25. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр титранта.

26. Титриметрические методы анализа. Первичные и вторичные стандарты. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Фиксаналы. Точка эквивалентности. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования.

27. Кислотно-основное титрование. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования. Интервал перехода окраски индикатора. Показатель индикатора  $pT$ . Индикаторные ошибки.

28. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании. Методы окислительно-восстановительного титрования. Первичные и вторичные стандарты.

29. Перманганатометрия. Установление точной концентрации раствора титранта. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.

30. Бихроматометрия. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.

31. Йодометрия. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.

32. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Комплексон III. Первичные стандарты. Кривые титрования. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное.

33. Металлохромные индикаторы, применяемые в комплексометрическом титровании, и требования, предъявляемые к ним. Механизм действия металлохромных индикаторов. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.
34. Осадительное титрование. Первичные стандарты. Кривые аргентометрического, бромометрического и йодометрического титрования.
35. Способы определения конечной точки осадительного титрования. Методы Фольгарда. Метод Фаянса. Метод Мора. Индикаторы в осадительном титровании.
36. Химическое равновесие. Факторы, влияющие на равновесие в химической системе (термодинамический и концентрационный). Концентрационные константы равновесия. Термодинамическая константа равновесия, ее связь с концентрационной константой
37. Буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость.
38. Термодинамическая концепция описания химического равновесия. Представления Дебая-Хюккеля. Активность, коэффициент активности, их связь с ионной силой раствора.
39. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Важнейшие неорганические и органические осадители.
40. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам в гравиметрическом методе анализа (методом осаждения). Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Расчеты результатов анализа.
41. Отбор проб различных объектов и подготовка пробы количественному химическому анализу. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава.
42. Отбор проб. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
43. Пробоподготовка. Первичная обработка, консервация и хранение проб. Способы перевода пробы в удобную для анализа форму.
44. Пробоподготовка. Методы выделения, разделения и концентрирования. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции.
45. Качественный химический анализ. Характеристика аналитических реакций: аналитический сигнал, чувствительность, избирательность. Групповые, избирательные и специфические реагенты.
46. Качественный химический анализ. Дробный и систематический методы анализа. Способы повышения избирательности. Классификация катионов (кислотно-щелочная система) и анионов.
47. Качественный химический анализ. Групповые реагенты, условия их применения и уравнения реакций. Примеры характерных реакций на катионы и анионы.
48. Предмет и задачи аналитической химии. Виды анализа веществ и материалов. Классификация методов количественного анализа. Характеристика химических, физико-химических методов анализа. Качественный и количественный анализ. Средства измерения. Испытательное и вспомогательное оборудование.
49. Основные метрологические характеристики анализа: точность, правильность, прецизионность, повторяемость (сходимость), воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.
50. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений.
51. Количественные оценки повторяемости и воспроизводимости: дисперсия, стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение), относительное стандартное отклонение, доверительный интервал.
52. Метрологические основы количественного химического анализа. Методы проверки однородности результатов определения. Сравнение двух методов анализа.

***Образец экзаменационного билета:***

Башкирский государственный университет  
Инженерный факультет  
Кафедра технической химии и материаловедения

Направление «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,  
профиль «Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья»  
Обязательная часть

*«Методы и средства определения химического состава и структуры сырья»*

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Химическое равновесие в окислительно-восстановительных реакциях. Уравнение Нернста. Стандартный, равновесный и реальный (формальный) окислительно-восстановительный потенциал. Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительного потенциала.
2. Фотометрический метод анализа. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод).

Составитель: к.х.н., доц.

Бейгул Н.А.

Зав.кафедрой ТХМ

Мухамедзянова А.А.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

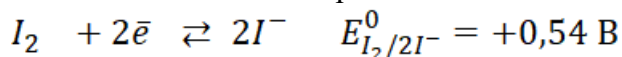
**ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СЫРЬЯ»**

1. Лабораторная работа №1: Хроматографические методы разделения и обнаружение катионов VI аналитической группы кислотно-щелочной схемы по характерным качественным реакциям;
2. Лабораторная работа №2: Методы кислотно-основного титрования в водном растворе. Определение содержания хлороводородной (соляной) кислоты в растворе;
3. Лабораторная работа №3: Индикаторный метод определения кислотности молока и продуктов переработки молока (по ГОСТ 54669-2011);
4. Лабораторная работа №4: Методы окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое определение фурацилина в лекарственном средстве;
5. Лабораторная работа №5: Потенциометрическое титрование фосфорной кислоты (фосфата натрия) со стеклянным электродом;
6. Лабораторная работа №6: Фотометрический метод анализа. Определение хрома и марганца при совместном присутствии.

**Пример лабораторной работы**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3  
Методы окислительно-восстановительного титрования  
Йодометрическое определение фурацилина в лекарственном средстве**

В основе метода лежит реакция:



Пара  $I_2/2I^-$  может играть роль окислителя или восстановителя в зависимости от величины потенциала второй реагирующей пары.

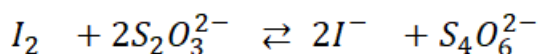
Титрантами метода служат растворы йода и тиосульфата натрия.

Раствор йода готовят по точной навеске (является первичным стандартом). Поскольку в реакциях окисления-восстановления у молекулы йода участвуют два электрона, его эквивалент соответствует атому йода:

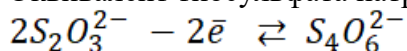
$$\mathcal{E}(I_2) = \frac{1}{2} I_2 = I$$

$$M\left(\frac{1}{2} I_2\right) = A(I)$$

Реакция между йодом и тиосульфатом натрия протекает согласно следующему уравнению:



Эквивалент тиосульфата натрия находят на основе полуреакции:

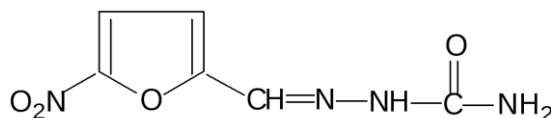


Так как для превращения в тетрагидрат натрия, две молекулы тиосульфата натрия теряют два электрона, то эквивалентом тиосульфата натрия является молекула  $Na_2S_2O_3$ :

$$f(Na_2S_2O_3) = 1.$$

## Йодометрическое определение фурацилина

Фурацилин (5-нитрофурурола семиокарбазон, нитрофурал) – желтый или зеленовато-желтый мелкокристалльный порошок горького вкуса.



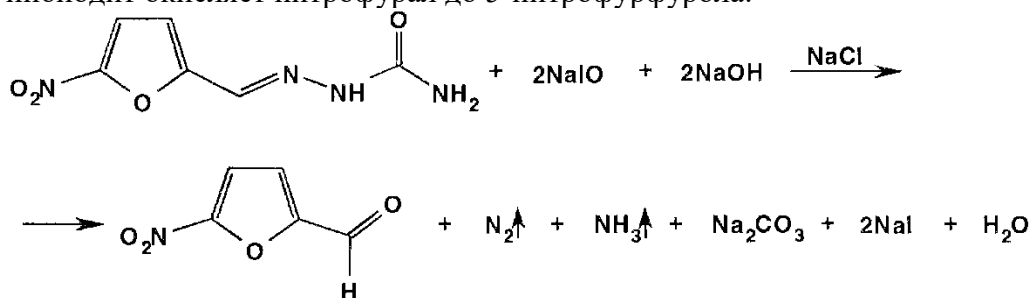
Фурацилин применяется как антибиотическое средство для профилактики и лечения гнойно-воспалительных процессов. Например, в виде водных растворов фурацилин применяется для обработки гнойных ран, ожогов, при воспалении слизистых оболочек горла. Внутрь фурацилин назначают для лечения бактерицидной дизентерии.

Количественное определение фурацилина в лекарственном средстве определяют йодометрически методом **обратного титрования**.

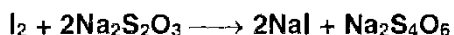
Метод основан на окислении йодом фурацилина (нитрофурала), проявляющего восстановительные свойства, в щелочной среде (для улучшения растворимости к навеске можно прибавить хлорид натрия и смесь подогревают). Титрованный раствор йода в щелочной среде образует гипойодит:



Гипойодит окисляет нитрофурал до 5-нитрофурурола:



После окончания процесса окисления фурацилина раствор подкисляют раствором  $H_2SO_4$  и титруют выделившийся йод тиосульфатом натрия с использованием специфического аналитического реагента на йод – крахмала, который добавляется в конце титрования:



### Реагенты:

1. Йод  $I_2$  – стандарт-титр (фиксанал) ( $C(1/2 I_2) = 0,1$  моль/л);
2. Тиосульфат натрия  $Na_2S_2O_3$  - стандарт-титр (фиксанал) ( $C(1Na_2S_2O_3) = 0,1$  моль/л);
3. Раствор серной кислоты  $H_2SO_4$  ( $C(1/2 H_2SO_4) = 2$  моль/л);
4. Гидроксид натрия  $C(NaOH) = 1$  моль/л;
1. Раствор крахмала свежеприготовленный – 1% р-р.

## ВЫПОЛНЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### 1. Приготовление титранта $I_2$ (раствора йода) из фиксанала (стандарт-титр)

В качестве стандартного раствора (титранта) используют фиксанал (стандарт-титр)  $I_2$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. Для приготовления раствора необходимо раз-



бить стеклянную ампулу и количественно перенести её содержимое в мерную колбу на 500 мл, довести до метки колбы дистиллированной водой и тщательно перемешать.

## 2. Приготовление титранта $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (раствора тиосульфата натрия) из фиксаналя (стандарт-титр)

В качестве стандартного раствора (титранта) используют фиксаналь (стандарт-титр)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. Для приготовления раствора необходимо разбить стеклянную ампулу и количественно перенести её содержимое в мерную колбу на 1000 мл, довести до метки колбы дистиллированной водой и тщательно перемешать.

## 3. Определение фурацилина в препарате

Навеску препарата взвешивают в бюксе на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Затем навеску количественно переносят в колбу для титрования и растворяют в 50 мл горячей дистиллированной воды ( $70-80^\circ\text{C}$ ) в колбе для титрования.

Прибавляют **из бюретки** точно 10 мл ( $V_{I_2 \text{ общ}}$ ) раствора  $\text{I}_2$  концентрацией  $C(1/2 \text{ I}_2) = 0,1$  моль/л) и 4 мл 1 моль/л раствора  $\text{NaOH}$ .

Накрывают колбу для титрования часовым стеклом, чтобы предупредить потери от улетучивания  $\text{I}_2$ .

Для завершения реакции оставляют анализируемый раствор на 5 минут в темноте.

Затем снимают часовое стекло и ополаскивают его над колбой дистиллированной водой.

После этого к раствору прибавляют 5 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрацией  $C(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 2$  моль/л.

Далее избыток  $\text{I}_2$ , не прореагировавший с определяемым веществом, оттитровывают раствором тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Сначала титрируют без добавления крахмала (специфического аналитического реагента на йод). Когда большее количество  $\text{I}_2$  оттитровано (раствор темно-бурого превращается в желто-зеленый), то в коническую колбу прибавляют 5 мл раствора крахмала, который с йодом образует комплексное соединение синего цвета.

Продолжают титровать до перехода из темно сине-зеленой окраски раствора в бледно серо-зеленую от одной капли титранта, т.е. когда раствор обесцветится.

*!!! Если крахмал прилить в начале титрования, раствор может быть перетитрован, т.к. крахмал образует прочное соединение с избытком  $\text{I}_2$ .*

Объем титранта  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ), пошедшего на титрование раствора  $\text{I}_2$ , который не израсходовался на взаимодействие с определяемым веществом - фурацилином, измеряют по делениям бюретки с точностью до 0,05 мл.

Полученные данные записывают в таблицу:

№	$C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , моль/л	$V(\text{I}_2)_{\text{общ}}$ , мл	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , мл	$V(\text{I}_2)_{\text{изб.}}$ , мл	$m(\text{фурацилина})$ , г
1	0,1	10,00			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

12				
$\bar{m}$ (фурацилина), г				

#### 4. Обработка результатов измерений

1) Расчет объема избытка йода  $V_{I_2 \text{ изб.}}$ , не вошедшего в реакцию с фурацилином:

$$C(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3) = C\left(\frac{1}{2}I_2\right) \cdot V_{I_2 \text{ изб.}}$$

$$V_{I_2 \text{ изб.}} = \frac{C(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{C\left(\frac{1}{2}I_2\right)}$$

$$V_{I_2 \text{ общ}} - V_{I_2 \text{ изб.}} = V_{I_2 \text{ прореаг. с опр. в-м}}$$

$$V_{I_2 \text{ общ}} - V_{I_2 \text{ изб.}} = V_{I_2 \text{ общ}} - \frac{C(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{C\left(\frac{1}{2}I_2\right)} = V_{I_2 \text{ прореаг. с опр. в-м}}$$

2) Вычисление содержания определяемого вещества фурацилина в лекарственном препарате:

$$m_{\text{фурацилина}} = 0,001 \cdot C\left(\frac{1}{2}I_2\right) \cdot V_{I_2 \text{ прореаг. с опр. в-м}} \cdot M_{\text{экв. фурацилина}} =$$

$$= 0,001 \cdot C\left(\frac{1}{2}I_2\right) \cdot \left(V_{I_2 \text{ общ}} - \frac{C(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{C\left(\frac{1}{2}I_2\right)}\right) \cdot M_{\text{экв. фурацилина}}^2$$

$$M_{\text{экв. фурацилина}} = \frac{M}{4} = \frac{198,14}{4} = 49,54 \text{ г/моль}$$

За результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов  $n$  параллельных определений, округленное до четвертого десятичного знака:

$$\bar{m}(\text{фурацилина}) = \frac{\sum_{i=1}^n m(\text{фурацилина})}{n}$$

где  $n$  - число определений.

#### 5. Выявление промахов по $Q$ -критерию ( $Q$ -тест)

В обрабатываемой серии данных (например,  $n=11$ ) должны отсутствовать промахи. Поэтому прежде, чем проводить любую обработку данных следует выявить и исключить промахи из расчета.

Рассчитывают  $Q_{\text{эксп}}$ :

$$Q_{\text{эксп}} = \frac{\left| X_{\text{подозрение на промах}} - X_{\text{близкое по значению к промаху}} \right|}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}$$

Полученное  $Q_{\text{эксп}}$  сравнивают с критическим значением  $Q_{\text{крит}}$  при доверительной вероятности 0,90 (*табличные значения*).

!!! При применении  $Q$ -теста вместо стандартной доверительной вероятности, равной 0,95, обычно используют значение  $P=0,90$ .

Если  $Q_{\text{эксп}} < Q_{\text{крит}}$ , то исключить результат нельзя — он принадлежит к выборочной совокупности и подвергается математической обработке вместе с остальными данными.

Если  $Q_{\text{эксп}} > Q_{\text{крит}}$ , то выпадающий результат является промахом, его отбрасывают и не включают в математическую обработку результатов.

Если в обрабатываемой серии данных найден промах, то его исключают, а серию данных **еще раз проверяют** на наличие промахов до получения  $Q_{\text{эксп}} < Q_{\text{крит}}$ .

Критические значения  $Q_{\text{крит}}$  при доверительной вероятности  $P=0,90$

Число аналитических определений $n$	$Q_{\text{табл}}$
3	0,94
4	0,76
5	0,64
6	0,56
7	0,51
8	0,47
9	0,44
10	0,41

## 6. Математическая обработка результатов измерений

1. Для выборки в  $n$  результатов рассчитывают *среднее значение*

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

где  $X$  – масса определяемого вещества фурацилина ( $m$ , г)

2. *Дисперсия*, характеризующая рассеяние результатов относительно среднего ( $V, S^2$ )

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

*Число степеней свободы* - это число независимых переменных в выборочной совокупности за вычетом числа связей между ними. В уравнении:

$$f = n - 1$$

3. *Стандартное отклонение* (характеризует рассеяние единичных результатов в выборочной совокупности) ( $S$ )

$$S = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

4. *Стандартное отклонение среднего* ( $S_{\bar{X}}$ )

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n(n - 1)}}$$

5. *Относительное стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение, СКО)* ( $S_r$ )

$$S_r = \frac{S}{\bar{X}}$$

**6. Доверительный интервал** – интервал, в котором при заданной вероятности лежит истинное значение

$$\pm \frac{t_{p,f} \cdot S}{\sqrt{n}}$$

**7. Запись результата определения**

$$\mu = \bar{X} \pm \frac{t_{p,f} \cdot S}{\sqrt{n}}$$

**Величины коэффициента Стьюдента для различных значений доверительной вероятности**

Число степеней свободы $f=n-1$	Доверительная вероятность			
	0,90	<b>0,95</b>	0,99	0,999
1	6,314	<b>12,706</b>	63,657	636,619
2	2,920	<b>4,303</b>	9,925	31,598
3	2,353	<b>3,182</b>	5,841	12,941
4	2,132	<b>2,776</b>	4,604	8,610
5	2,015	<b>2,571</b>	4,032	6,859
6	1,943	<b>2,447</b>	3,707	5,959
7	1,895	<b>2,365</b>	3,499	5,405
8	1,860	<b>2,306</b>	3,355	5,041
9	1,833	<b>2,262</b>	3,250	4,781
10	1,812	<b>2,228</b>	3,169	4,587

**Критерии оценки (в баллах) контроля выполнения и проверки отчетности по лабораторным работам:**

- **3 балла** выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, в представленном отчете получено правильно выполненное задание: содержание определяемого вещества определено верно (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа обработаны методами математической статистики верно. Отчет лабораторной работы оформлен без ошибок и неточностей.

- **2 балла** выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, содержание определяемого вещества определено верно только после повторного анализа (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа обработаны методами математической статистики с незначительными неточностями. В отчете лабораторной работы имеются несущественные ошибки и неточности.

- **1 балл** выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, содержание определяемого вещества определено верно только после повторного анализа (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа обработаны методами математической статистики с ошибками. В отчете лабораторной работы имеются ошибки и неточности.

- **0 баллов** выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена частично, содержание определяемого вещества определено неверно (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа не обработаны методами математической статистики верно. Отчет лабораторной работы оформлен с ошибками и неточностями.

### Задание для индивидуальной работы студентов

Студентам предлагается задание для индивидуальной работы, посвященное качественному химическому анализу (модуль 1).

В индивидуальной работе студенты используют литературные источники, глобальные информационные ресурсы для решения поставленной задачи: *оформляют характерные качественные реакции, применяемые для обнаружения неорганических веществ.*

Задание оформляется отчетом в виде сводной таблицы, в которой указываются химические реакции для обнаружения катионов I-VI аналитических групп и анионов I-III аналитических групп кислотно-щелочной схемы качественного анализа, условия проведения характерных аналитических реакций (кислотность среды, концентрация веществ, влияние температуры, посторонних примесей и т.п.), разделение катионов и анионов на аналитические группы, характеристика группы, групповые реагенты и т.д.

### Пример оформления задания для индивидуальной работы студентов

<p><b>ОТЧЕТ</b></p> <p>«Характерные качественные аналитические реакции на катионы и анионы по кислотно-основной схеме анализа»</p> <p style="text-align: right;">Студента (Ф.И.О.) _____ Группа, курс _____ Проверил _____ дата _____</p>	
---	--

**Задание (заполнить):**

**Характерные качественные реакции на катионы I-VI аналитических групп по кислотно-щелочной классификации**

Катион	Реагент	Уравнения реакций	Наблюдения	Условия проведения реакции	Примечание
<b>Первая группа катионов <math>K^+</math>, <math>Na^+</math>, <math>NH_4^+</math></b> (групповой реагент отсутствует)					
<b><math>NH_4^+</math></b>	NaOH	$NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$ $2Hg_2(NO_3)_2 + 4NH_3 + H_2O =$ $= \left[ \begin{array}{c} Hg \\ / \quad \backslash \\ O \quad \quad NH_2 \\ \backslash \quad / \\ Hg \end{array} \right] NO_3 + 2Hg + 3NH_4NO_3$	Бумага, смоченная ф/ф, в газовой камере краснеет. Бумага, пропитанная $Hg_2(NO_3)_2$ ,	проводить в «газовой» камере, закрыть фил. бум. пропитанной фенолфталеином (ф/ф) или	

			чернеет	Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
	реактив Несслера в КОН K <sub>2</sub> HgI <sub>4</sub>	$\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{K}_2\text{HgI}_4 + 4\text{KOH} =$ $= \left[ \begin{array}{c} \text{Hg} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Hg} \end{array} \right] \text{I} \downarrow + 7\text{KI} + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$	Осадок красно-бурого цвета (малые кол-ва желто-оранж. окраски)	Щелочная среда. Реактив брать в избытке. В избытке соли аммония осадок растворим	
Na <sup>+</sup>		)			
...					
...					
<b>Вторая группа катионов Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup></b> (групповой реагент 2М раствор H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
Ba <sup>2+</sup>					мешают ионы Sr <sup>2+</sup>
...					
...					

**Характерные качественные реакции на анионы I-III аналитических групп по кислотно-щелочной классификации**

Анион	Реагент	Уравнения реакций	Наблюдения	Условия проведения реакции	Примечание
<b>Первая группа анионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> (групповой реагент BaCl <sub>2</sub> )					
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	кислоты	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Выделяется газ, при пропускании его ч/з известковый раствор, р-р мутнеет. Затем раствор становится прозрачным	Используется прибор для обнаружения газов	мешают SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , поскольку выделяющийся газ SO <sub>2</sub> при добавлении кислоты взаимодействует с Ca(OH) <sub>2</sub> с образованием бе-

					лого ↓.
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>					
...					

**Законспектировать и составить уравнения реакций катионов и анионов с их групповыми реагентами:**

**Разделение катионов на группы в кислотно-щелочной схеме анализа**

Группа	Катионы	Групповой реагент	Продукты реакции (образующиеся соединения)	Характеристика группы
<b>I</b>	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	нет		Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворимы в воде
<b>II</b>	Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>	C (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) = 2M	<u>Осадок:</u> BaSO <sub>4</sub> , SrSO <sub>4</sub> , CaSO <sub>4</sub> , (PbSO <sub>4</sub> )	Сульфаты нерастворимы в воде и разбавленных кислотах
<b>III</b>	Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	C (HCl) = 6M	<u>Осадок:</u> AgCl, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , PbCl <sub>2</sub>	Хлориды нерастворимы в воде и разбавленных кислотах
<b>IV</b>	Al <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Sn (II), Sn (IV), Zn <sup>2+</sup> , As (III), As (V)	Избыток раствора NaOH или KOH и 3% раствор H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<u>Раствор:</u> [Al(OH) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup> , [Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> , [AsO(OH) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , [Sn(OH) <sub>6</sub> ] <sup>2-</sup>	Гидроксиды растворимы в избытке щелочи
<b>V</b>	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Sb (III), Sb (V), Bi <sup>3+</sup>	Избыток водного раствора аммиака и 3% раствор H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<u>Осадок:</u> Fe(OH) <sub>3</sub> , Bi(OH) <sub>3</sub> , MnO(OH) <sub>2</sub> , H <sub>3</sub> SbO <sub>4</sub>	Гидроксиды нерастворимы в избытке щелочи
<b>VI</b>	Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	Избыток водного раствора аммиака и 3% раствора H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<u>Раствор:</u> [Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> , [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , [Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> , [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup> , [Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>2+</sup>	Гидроксиды растворимы в избытке аммиака с образованием аммиачных комплексных соединений. Гидроксид магния растворим в солях аммония

**Разделение анионов на группы в кислотно-щелочной схеме анализа**

Группа	Анионы	Групповой реагент	Характеристика группы
<b>I</b>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	BaCl <sub>2</sub> в нейтральном или слабощелочном растворе	Соли бария малорастворимы в воде
<b>II</b>	Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	AgNO <sub>3</sub> в среде 2M раствора азотной кислоты	Соли серебра малорастворимы в воде и разбавленной азотной кислоте
<b>III</b>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Группового реагента нет	Соли бария и серебра растворимы в воде

**Критерии оценки (в баллах):**

- **8 баллов** выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме: представлены химические реакции на все катионы и анионы кислотно-щелочной классификации. Характерные качественные реакции, применяемые для обнаружения неорганических веществ, записаны правильно. Условия проведения характерных аналитических реакций (кислотность среды, концентрация веществ, влияние температуры, посторонних примесей и т.п.), разделение катионов и анионов на аналитические группы, характеристика группы, групповые реагенты и т.д. указаны в отчете верно. Отчет оформлен без ошибок и неточностей.

- **4 балла** выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме: представлены химические реакции на все катионы и анионы кислотно-щелочной классификации. Характерные качественные реакции, применяемые для обнаружения неорганических веществ, записаны с неточностями. Условия проведения характерных аналитических реакций (кислотность среды, концентрация веществ, влияние температуры, посторонних примесей и т.п.), разделение катионов и анионов на аналитические группы, характеристика группы, групповые реагенты и т.д. указаны в отчете верно. Отчет оформлен с некоторыми ошибками и неточностями.

- **2 балла** выставляется студенту, если задание выполнено не в полном объеме: представлены химические реакции не на все катионы и анионы кислотно-щелочной классификации. Характерные качественные реакции, применяемые для обнаружения неорганических веществ, записаны с неточностями и ошибками. Условия проведения характерных аналитических реакций (кислотность среды, концентрация веществ, влияние температуры, посторонних примесей и т.п.), разделение катионов и анионов на аналитические группы, характеристика группы, групповые реагенты и т.д. указаны в отчете с неточностями. Отчет оформлен с ошибками.

- **0 баллов** выставляется студенту, если задание не выполнено, отчет не представлен.

### ***Коллоквиум (теоретический опрос)***

Описание задания для коллоквиума:

Коллоквиумы (теоретический опрос) проводятся в виде собеседования в устно-письменной форме с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 4 коллоквиума, которые распределены по модулям дисциплины. Собеседование с преподавателем проводится по двум теоретическим вопросам. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

#### **Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу) по теме «Титриметрические методы анализа»**

1. Титриметрические методы анализа. Классификация методов.
2. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
3. Способы титрования (прямое, обратное, замещения).
4. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр титранта.
5. Титриметрические методы анализа. Первичные и вторичные стандарты. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Фиксаналы.
6. Точка эквивалентности. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования.
7. Кислотно-основное титрование. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований.
8. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования. Интервал перехода окраски индикатора. Показатель индикатора  $pT$ .
9. Индикаторные ошибки.
10. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования.



11. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании.
12. Методы окислительно-восстановительного титрования. Первичные и вторичные стандарты.
13. Перманганатометрия. Установление точной концентрации раствора титранта. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.
14. Бихроматометрия. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.
15. Йодометрия. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования.
16. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Комплексон III. Первичные стандарты. Кривые титрования. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное.
17. Комплексометрическое титрование. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Механизм действия металлохромных индикаторов. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.
18. Осадительное титрование. Первичные стандарты.
19. Кривые аргентометрического, бромометрического и йодометрического титрования.
20. Осадительное титрование. Способы определения конечной точки титрования. Метод Фольгарда.
21. Осадительное титрование. Способы определения конечной точки титрования. Метод Фаянса.
22. Осадительное титрование. Способы определения конечной точки титрования. Метод Мора.
23. Индикаторы в осадительном титровании.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)  
по теме «Атомно-абсорбционный метод анализа»**

1. Атомно-абсорбционный метод анализа. Теоретические основы метода.
2. Основной закон светопоглощения и его применение в абсорбционной спектроскопии.
3. Схема атомно-абсорбционного спектрометра.
4. Атомизаторы (пламенные и непламенные), достоинства и недостатки.
5. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода.
6. Источники излучения: лампа с полым катодом. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
7. Источники излучения: безэлектродная разрядная лампа. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
8. Источники излучения: лазеры. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
9. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)  
по теме «Фотометрический метод анализа»**

1. Фотометрический метод анализа. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Коэффициент светопоглощения.
2. Чувствительность метода. Точность определения.
3. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.
5. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод).
6. Анализ двухкомпонентных систем.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)  
по теме «Потенциометрический метод анализа»**

1. Потенциометрия. Теоретические основы метода.
2. Классификация электродов.
3. Индикаторные электроды.
4. Электроды сравнения.
5. Прямая потенциометрия.
6. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции в прямой потенциометрии.
7. Потенциометрическое титрование.
8. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции при потенциометрическом титровании.
9. Методы определения конечной точки титрования. Компенсационные методы.
10. Методы определения конечной точки титрования. Некомпенсационные методы.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)  
по теме «Кулонометрический метод определения»**

1. Кулонометрия. Закон Фарадея.
2. Способы определения количества электричества.
3. Кулонометрия при постоянном потенциале (потенциостатическая кулонометрия).
4. Прямая потенциостатическая кулонометрия.
5. Кулонометрическое потенциостатическое титрование.
6. Выбор потенциала рабочего электрода.
7. Способы фиксирования окончания реакции.
8. Кулонометрия при постоянном токе (гальваностатическая кулонометрия).
9. Прямая гальваностатическая кулонометрия
10. Косвенная гальваностатическая кулонометрия (кулонометрическое титрование)
11. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта.
12. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
13. Определение конечной точки титрования.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)  
по теме «Кондуктометрический метод определения»**

1. Кондуктометрия.
2. Теоретические основы кондуктометрического метода определения.
3. Удельная и эквивалентная электропроводности.
4. Методы измерения электропроводности.
5. Прямая кондуктометрия.
6. Кондуктометрическое осадительное титрование
7. Кондуктометрическое протолитическое титрование
8. Кондуктометрическое редоксиметрическое титрование.
9. Практическое применение кондуктометрического метода анализа.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **5 баллов** выставляется студенту, если полностью разбирается в вопросах раздела, может предложить комплексную оценку и варианты решения проблемных ситуаций; рассуждает в соответствии с темой. Всесторонне раскрывает суть вопросов, корректно аргументирует, способен к обобщению материала. Не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.

- **4 балла** выставляется студенту, если знает ответы на все основные вопросы, но немного затрудняется ответить на вопросы, косвенно касающиеся вопросов коллоквиума. Допускает незначительные неточности. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.

- **3 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает ошибки и неточности при раскрытии материала темы. Отвечает не на все предложенные дополнительные вопросы.

- **2 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает существенные ошибки при раскрытии материала темы. Не отвечает на предложенные дополнительные вопросы.

- **1 балл** выставляется студенту, если уровень знания материала по теме на минимальном уровне: знает основные термины, законы, положения основного материала темы дисциплины, но не может применить свои фрагментарные знания в ответах на поставленный вопрос.

- **0 баллов** выставляется студенту, если не дан ответ на поставленный вопрос.

### *Индивидуальный опрос*

Описание индивидуального опроса:

Индивидуальный опрос проводится в виде устного (письменного) опроса студента или в виде собеседования преподавателя с обучающимся до или после проведения лабораторной работы, посвященной освоению материала по данной теме дисциплины. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 5 индивидуальных опросов студентов, которые распределены по модулям дисциплины. Собеседование с преподавателем проводится по теоретическим вопросам, отраженным в каждой лабораторной работе. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

#### **Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Качественный химический анализ»**

1. Качественный химический анализ.
2. Характеристика аналитических реакций: аналитический сигнал, чувствительность, избирательность.
3. Групповые реагенты.
4. Избирательные реагенты.
5. Специфические реагенты.
6. Дробный методы анализа.
7. Систематический методы анализа.
8. Способы повышения избирательности.
9. Классификация катионов по кислотно-щелочной системе.
10. Классификация анионов по кислотно-щелочной системе.
11. Групповые реагенты, условия их применения и уравнения реакций.
12. Примеры специфических характерных реакций на катионы.
13. Примеры специфических характерных реакций на анионы.

#### **Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Метод кислотно-основного титрования»**

1. Классификация методов титриметрических методов анализа..
2. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
3. Способы титрования (прямое, обратное, замещения).
4. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр титранта.
5. Первичные и вторичные стандарты в кислотно-основном методе титрования. Примеры. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Фиксаналы.
6. Точка эквивалентности. Кривые кислотно-основного титрования. Скачок на кривой кислотно-основного титрования.
7. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Примеры.
8. Кислотно-основные индикаторы. Требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам.
9. Интервал перехода окраски индикатора.
10. Показатель индикатора рТ.
11. Индикаторные ошибки.

**Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Окислительно-восстановительное титрование»**

1. Окислительно-восстановительное титрование. Прямое, обратное титрование и титрование методом замещения. Примеры.
2. Кривые окислительно-восстановительного титрования.
3. Способы определения конечной точки титрования.
4. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании.
5. Первичные и вторичные стандарты в методы окислительно-восстановительного титрования. Примеры.
6. Перманганатометрия. Установление точной концентрации раствора титранта.
7. Кривые перманганатометрического титрования.
8. Способы определения конечной точки перманганатометрического титрования.
9. Бихроматометрия.
10. Кривые бихроматометрического титрования.
11. Способы определения конечной точки бихроматометрического титрования.
12. Йодометрия.
13. Кривые йодометрического титрования.
14. Способы определения конечной точки йодометрического титрования.

**Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Фотометрический метод анализа»**

1. Фотометрический метод анализа.
2. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
3. Оптическая плотность.
4. Коэффициент светопоглощения.
5. Чувствительность метода.
6. Точность определения.
7. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.
8. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод).
9. Анализ двухкомпонентных систем.

## Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Потенциометрический метод анализа»

1. Потенциометрия. Теоретические основы метода.
2. Классификация электродов.
3. Индикаторные электроды. Примеры.
4. Электроды сравнения I, II, III рода. Электродные реакции. Примеры.
5. Прямая потенциометрия.
6. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции в прямой потенциометрии.
7. Потенциометрическое титрование.
8. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции при потенциометрическом титровании.
9. Методы определения конечной точки титрования. Компенсационные методы. Некомпенсационные методы.

### Критерии оценки (в баллах):

- **4 балла** выставляется студенту, если полностью разбирается в вопросах темы лабораторной работы. Раскрывает сущность вопросов, корректно аргументирует, способен к обобщению материала. Не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.

- **3 балла** выставляется студенту, если знает ответы на все основные вопросы, но немного затрудняется ответить на вопросы, косвенно касающиеся вопросов темы лабораторной работы. Допускает незначительные неточности. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.

- **2 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает ошибки и неточности при раскрытии материала темы. Отвечает не на все предложенные дополнительные вопросы.

- **1 балл** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает существенные ошибки при раскрытии материала темы. Не отвечает на предложенные дополнительные вопросы.

- **0 баллов** выставляется студенту, если уровень знания материала по теме на минимальном уровне: знает основные термины, законы, положения основного материала темы дисциплины, но не может применить свои фрагментарные знания в ответах на поставленный вопрос.

## Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Контрольные работы проводятся с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве рубежного контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 3 контрольных работы. Каждый из 20 вариантов контрольной работы содержит 3-5 задач.

*Пример варианта контрольной работы:*

### Контрольная работа № 1

*«Расчеты концентраций в аналитической химии. Вычисление рН растворов протолитов»*

### Вариант 1

1. Определить молярную концентрацию эквивалента раствора фосфорной кислоты с плотностью  $1,150 \text{ г/см}^3$ , если  $f_{\text{экв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4)=1/3$ .
2. Вычислить рН:
  - а) раствора мышьяковой кислоты с массовой долей 5 %;
  - б) раствора, содержащего 5 г/л гидроксилamina.
3. Рассчитать рН раствора, когда к 100 мл 0,1 М раствора сернистой кислоты добавили 99 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия.

### Контрольная работа № 2

#### «Расчеты в гравиметрическом (весовом) методе определения»

#### Вариант 1

1. Рассчитать навеску технического железного купороса, содержащего около 90%  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , для анализа на содержание семиводного сульфата железа (II), если осаждение ведут водным раствором аммиака.
2. Какой объем концентрированной серной кислоты требуется для осаждения 0,35 г бария?
3. Из навески 2,4110 г магнезита получен прокаленный осадок  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , весящий 2,1710 г. Вычислить %-ное содержание  $\text{MgO}$ .

### Зачетная контрольная работа

#### «Расчеты концентраций в аналитической химии. Вычисление рН растворов протолитов. Гравиметрия»

#### Вариант 1

1. Сколько граммов технического бромата калия, содержащего 8 % примесей, потребуется для приготовления 500 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л ( $f_{\text{экв.}}(\text{KBrO}_3)=1/6$ ) ?
2. Вычислить рН раствора с массовой долей ацетата аммония 1,5 %.
3. Рассчитать рН раствора, когда к 50 мл 0,1 М раствора аммиака прилили 49 мл 0,1 М раствора хлороводородной кислоты.
4. Какую навеску пирита, содержащего около 30% серы нужно взять для анализа, если серу осаждают в виде  $\text{BaSO}_4$ ?
5. Из навески 2,4100 г магнезита получен прокаленный осадок  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  массой 2,1710 г. Вычислить %-ное содержание в образце  $\text{MgCO}_3$ .

#### Описание методики оценивания:

Критерии оценки (в баллах):

- 80-100 баллов выставляется студенту, если полностью решены все задания контрольной работы;
  - 50-79 баллов выставляется студенту, если решены не менее 50 % заданий, но имеются недочеты;
  - 30-49 баллов выставляется студенту, если решены не менее 30 % заданий и имеются существенные ошибки в решении задач, но общая тенденция правильная;
  - 0-29 баллов выставляется студенту, если имеются грубые ошибки в выполнении заданий.
- Затем эти баллы пропорционально переводятся в баллы рейтинга за конкретную контрольную работу.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Ю.А. Золотов. Введение в аналитическую химию. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2016. – 266 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/84079?category=3866>
2. Власова Е.Г., Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Комарова К.А. Аналитическая химия: химические методы анализа. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2017, 467 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/97407?category=3866>
3. Булатов М.И., Ганеев А.А., Дробышев А.И., Ермаков С.С., Калинин И.П., Москвин Л.Н., Немец В.М., Семенов В.Г., Чижик В.И., Якимова Н.М. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ: учебник Издательство "Лань", 2018, 584 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/112067?category=3866>

#### Дополнительная литература:

1. Скуг Д. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2/ Д. Скуг, Д. Уэст. Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Мир, 1979. – 480 с.
2. Цитович И.К. Курс аналитической химии/ И.К. Цитович. – М.: Высшая школа, 1994. – 495 с.
3. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа/ Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. – М.: Высшая школа, 1991. – 256 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство / под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.
5. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии/ Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1979. – 480 с.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 402 (корпус ИФ)	Лекции Практические занятия	Учебная мебель, доска. <b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь <b>Аудитория № 201 (главный корпус)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.
<i>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</i> аудитория № 405 (корпус ИФ)	Лекционные, практические занятия	Ноутбук, Мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U Экран Dinon Electric L150*200 MW доска, мел, тряпка
<i>учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</i> аудитория № 501. Учебная лаборатория (корпус ИФ)	Лабораторный практикум, выполнение лабораторных работ	<b>Аудитория № 501</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, Шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колбонагреватель ПЭ-4120М, озонатор ТЛ-5К, устройство для сушки посуды ПЭ-2000, электроколориметр КФК-2, иономер, колориметр фотоэлектрический КФК-3-01, магнитная мешалка ES-6120, 14, шкаф ШС-80П сушильно-стерилизационный, лабораторная посуда, лабораторные штативы
<i>помещения для самостоятельной работы:</i> библиотека, аудитория № 201 (корпус ИФ) библиотека, аудитория № 201 (гл. корпус)	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам	<b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь <b>Аудитория № 201 (главный корпус)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Методы и средства определения химического состава и структуры сырья

Очная форма обучения

Рабочую программу осуществляет:

Лекции: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

Практические занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

Лабораторные занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	7/252
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	91,2
лекций	36
практических/ семинарских	18
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	106,8
Учебных часов на подготовку к экзамену	54

Форма контроля:

Экзамен 3 сем

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лаборатор- ные работы, самостоятельная ра- бота и трудоемкость (в часах)				Задания по самосто- ятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемо- сти (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛБ	СР		
	Модуль 1 «Химические методы анализа»						
1.	<b>Методы и средства определения химического состава и структуры сырья.</b> Предмет и задачи аналитической химии. Виды анализа веществ и материалов. Классификация методов количественного анализа. Характеристика химических, физико-химических методов анализа. Качественный и количественный анализ. Средства измерения. Испытательное и вспомогательное оборудование.	0,5			4	Подготовка к индивидуальному опросу	СР1
2.	<b>Качественный химический анализ.</b> Характеристика аналитических реакций: аналитический сигнал, чувствительность, избирательность. Групповые, избирательные и специфические реагенты. Дробный и систематический методы анализа. Способы повышения избирательности. Классификация катионов (кислотно-щелочная система) и анионов. Групповые реагенты, условия их применения и уравнения реакций. Характерные реакции на катионы и анионы.	1,0		6	5	Подготовка и оформление отчета по заданию для индивидуальной работы студентов, подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе	СР2
3	<b>Отбор проб различных объектов и подготовка пробы к количественному химическому анализу.</b> Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Первичная обработка, консервация и хранение проб. Способы перевода пробы в удобную для анализа форму. Методы выделения, разделения и концентри-	2,0	2		5	Подготовка к индивидуальному опросу	СР3

	рования. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции						
4	<b>Метрологические основы количественного химического анализа.</b> Основные метрологические характеристики анализа: точность, правильность, прецизионность, повторяемость (сходимость), воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Количественные оценки повторяемости и воспроизводимости: дисперсия, стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение), относительное стандартное отклонение, доверительный интервал. Методы проверки однородности результатов определения. Сравнение двух методов анализа.	1,5			5	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе	СР4
5	<b>Химическое равновесие.</b> Концентрационные константы равновесия. Факторы, влияющие на равновесие в химической системе (термодинамический и концентрационный). Буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость. Термодинамическая концепция описания химического равновесия. Представления Дебая-Хюккеля. Активность, коэффициент активности, их связь с ионной силой раствора. Термодинамическая константа равновесия, ее связь с концентрационной константой	3,0			5	Подготовка к индивидуальному опросу	СР5
6	<b>Титриметрические методы анализа.</b> Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр титранта.	1,0	4	6	5	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму, решение задач по мето-	СР6 Кол 1 АКР №1 (п.6-7)

	Первичные и вторичные стандарты. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Фиксаналы. Точка эквивалентности. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования.					дическим указаниям	
7	<b>Кислотно-основное титрование.</b> Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования. Скачок на кривой титрования. Интервал перехода окраски индикатора. Показатель индикатора рТ. Индикаторные ошибки	2,0	2	6	5	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму, решение задач по методическим указаниям	СР7 Кол 1 ДКР1
8	<b>Окислительно-восстановительное титрование.</b> Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Бихроматометрия. Йодометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании.	1,0	2	6	5	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму	СР 8 Кол 1
9	<b>Комплексометрическое титрование.</b> Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Комплексон III. Первичные стандарты. Кривые титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное.	1,0	2		5	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму	СР 9 Кол 2
10	<b>Осадительное титрование.</b> Первичные стандарты. Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования. Методы Фольгарда, Фаянса и Мора. Индикаторы в осадительном титровании.	1,0	2		5	Индивидуальный опрос, коллоквиум	СР 10 Кол 2 Ауд КР №3 (п.п. 6-7,11)
11	<b>Гравиметрический метод анализа (метод осаждения).</b> Сущность гравиметрического анализа, пре-	2,0	4		5	Подготовка к индивидуальному опросу,	СР 11 Ауд КР №2 (п.11)

	имущества и недостатки метода. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Расчеты результатов анализа					решение задач по методическим указаниям. Подготовка к коллоквиуму	Кол 2 ДКР2
	Модуль 2 «Физико-химические методы»						
1.	<b>Атомно-абсорбционный метод.</b> Сущность метода. Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, безэлектродная разрядная лампа, лазеры), их характеристики. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе	4,0			7	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму	СР1 Кол1
2.	<b>Фотометрический метод анализа.</b> Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Коэффициент светопоглощения. Чувствительность метода. Точность определения. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод, кинетические методы) и двухкомпонентных систем	4,0		6	7	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму	СР2 Кол1
3.	<b>Потенциометрия.</b> Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Индикаторная электрохимическая реакция. Стандартный и реальный потенциалы. Ионметрия. Потенциометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое, комплексометрическое). Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Методы определения конечной точки титрования: компенсационные и некомпенсационные.	4,0		6	7	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму	СР3 Кол2

4.	<b>Кулонометрия.</b> Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования.	1,0			5	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму	СР4 Кол2
5	<b>Полярография.</b> Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Качественный и количественный полярографический анализ. Максимумы I и II рода, способы их уменьшения.	3,0			7	Подготовка к индивидуальному опросу.	СР5
6	<b>Инверсионная вольтамперометрия.</b> Основные стадии метода и реакции, протекающие на электроде. Индикаторные электроды. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.	1,0			7	Подготовка к индивидуальному опросу.	СР6
7	<b>Амперометрическое титрование.</b> Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Амперометрия с двумя индикаторными электродами (биамперометрия).	2,0			7	Подготовка к индивидуальному опросу.	СР7
8	<b>Кондуктометрия.</b> Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое).	1,0			5,8	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму	СР8 Кол 2
	<b>ФКР</b>				1,2		
	<b>Всего часов:</b>	36	18	36	106,8		

