

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.13**

(индекс дисциплины)

**Аналитическая химия и ФХМА**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **11** Кафедра общей и неорганической химии  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Профиль подготовки: Технология упаковочного производства

Уровень образования: Бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>288</b>		
	Аудиторные занятия	<b>140</b>		
	Лекции			
	Лабораторные занятия	140		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	112		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	4		
	Зачет	3		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>8</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			<b>4</b>	<b>4</b>						
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

На основании учебных планов №         б 290303-3\_20        

Кафедра-разработчик:         Общей и неорганической химии        

Заведующий кафедрой:         Луканина Т.Л.        

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра:         Технологии целлюлозы и композиционных материалов        

Заведующий кафедрой:         Аким Э.Л.        

Методический отдел:         Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Обучить студентов использованию классических методов аналитической химии, а также современных инструментальных методов анализа для практического решения природоохранных задач, что является одним из основных элементов подготовки специалистов в области охраны окружающей среды.

## 1.3. Задачи дисциплины

- обучить студентов классическим химическим и физико-химическим методам анализа;
- научить студентов применению теории химического равновесия в растворах к решению природоохранных задач;
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию классических методов аналитической химии и физико-химических методов анализа для оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК- 1	готовность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над комплексными проектами	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основные этапы качественного и количественного химического анализа; 2) теоретические основы и принципы физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических; 3) методы метрологической обработки результатов анализа. Уметь: 1) проводить анализ научно-технической информации, результатов отечественных и зарубежных исследований применительно к сфере своей профессиональной деятельности и их применению в практической работе; 2) использовать полученные знания в создании новых материалов, технологий, программных средств, информационно-управляющих систем для производств полиграфической и упаковочной индустрии, а также предприятий и организаций, использующих в технологических процессах печатные технологии. Владеть: навыками работ по одной или нескольким профессиям полиграфического и упаковочного профилей производства.		
ОПК - 2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) приемы осуществления химического анализа и статистической обработки результатов аналитических определений; 2) методы проведения физико-химических измерений и методы корректной оценки погрешностей при их выполнении. Уметь: 1) проводить технико-экономическое обоснование и оценку эффективности внедрения проектных решений; 2) принимать участие в разработке технической и нормативной документации, необходимой для производства книг, газет, журналов, упаковочной, рекламной и другой продукции с применением		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	полиграфических технологий; 3) обосновать применение технологических процессов обработки полиграфических и упаковочных материалов, полуфабрикатов, а также изделий из них. Владеть: навыками применения информационных систем и программных средств управления технологическими процессами и экономической деятельностью.	

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Математика (ОПК-2);
- Физика (ОПК-2);
- Общая и неорганическая химия (ОПК-2).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Введение в аналитическую химию. Химический и физико-химические методы анализа</b>			
Тема 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Требования, предъявляемые к методам анализа	10		
Тема 2. Химический количественный анализ. Требования, предъявляемые к реакциям в объемном анализе. Закон эквивалентности. Способы выражения концентраций. Приемы титрования. Расчет массы и концентрации определяемого вещества.	18		
<b>Текущий контроль 1 Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 2. Методы кислотно-основного титрования.</b>			
Тема 3. Ионные равновесия в кислотно-основном титровании. Равновесие в растворах сильных и слабых кислот оснований, гидролизующихся солей и буферных растворов.	18		
Тема 4. Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы: состав и свойства. Принцип подбора индикаторов.	18		
<b>Текущий контроль 2 Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 3. Методы осаждения и комплексообразования</b>			
Тема 5. Комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов. Металлохромные индикаторы.	10		
Тема 6. Осадительное титрование. Критерии оценки образования малорастворимых соединений. Способы определения точки эквивалентности в осадительном титровании.	4		
<b>Текущий контроль 3. Коллоквиум</b>	2		
<b>Учебный модуль 4. Методы окисления-восстановления</b>			
Тема 7. Теоретические основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электрохимическая ячейка. Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента и электродного потенциала. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции.	14		
Тема 8. Перманганатометрия: достоинство и недостатки метода. Йодометрия, Условия проведения йодометрии. Специфические индикаторы. Бихроматометрия.	34		
<b>Текущий контроль 4 Коллоквиум</b>	4		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: Зачет</b>	4		
<b>Учебный модуль 5. Введение в физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 9. Аналитический сигнал и его свойства, определяющие чувствительность, селективность, экспрессность, помехозащищенность методики анализа. Классификация физико-химических методов анализа и их преимущество по сравнению с методами классического химического анализа	12		
Тема 10. Потенциометрия: классификация электродов; возникновение электродного потенциала; уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование раствора соляной кислоты	12		
Тема 11. Кулонометрия: закон Фарадея; потенциостатический и амперостатический методы. Кулонометрическое титрование растворов соляной кислоты и тиосульфата натрия.	12		
Тема 12. Кондуктометрия: электропроводность раствора и ее зависимость от концентрации, температуры и природы ионов; классификация методов кондуктометрии. Высокочастотное титрование раствора соляной кислоты	12		
<b>Текущий контроль 5. Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 6. Оптические методы анализа: теоретические основы, классификация и аппаратное оформление</b>			
Тема 13. Фотометрия: закон Бугера, Ламберта, Бера; методы измерения оптической плотности; методы определения концентрации по величине оптической плотности. Фотометрическое определение железа в растворе	12		
Тема 14. Спектрофотометрия: классификация методов; получение спектров поглощения и методы количественного и качественного анализа. Спектрофотометрическое определение красителей в смеси	12		
<b>Текущий контроль 6. Коллоквиум</b>	4		
<b>Учебный модуль 7. Хроматографические методы анализа: теоретические основы, классификация, методы качественного и количественного анализа</b>			
Тема 15. Газовая хроматография. Устройство газового хроматографа. Определение углеводородов в смеси методом газо-жидкостной хроматографии	12		
Тема 16. Ионнообменная хроматография: классификация. Количественное определение ионов цинка и магния в смеси методом ионнообменной хроматографии	12		
<b>Текущий контроль 7 Коллоквиум</b>	4		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: Экзамен</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>288</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Не предусмотрены

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрены

#### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Приготовление раствора гидроксида натрия приблизительной концентрации.	3	6				
2	Установление точной концентрации раствора	3	6				

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	щелочи. Статистическая обработка результатов						
3	Определение количества серной кислоты методом кислотного-основного титрования.	3	5				
4	Определение карбонатов и гидрокарбонатов при совместном присутствии	3	6				
5	Комплексонометрическое определение жесткости воды	3	4				
6	Определение хлорид-ионов методом осадительного титрования	3	4				
7	Установление точной концентрации перманганата калия по точным навескам оксалата натрия.	3	12				
8	Установление точной концентрации соли Мора. Определение количества бихромата калия методом перманганатометрии	3	12				
8	Установление точной концентрации раствора тиосульфата натрия по точной навеске бихромата калия.	3	12				
8	Определение количества меди методом йодометрии.	3	5				
9	Определение аналитического сигнала различными физико-химическими методами	4	2				
10	Потенциометрическое титрование раствора соляной кислоты	4	12				
11	Кулонометрическое титрование растворов соляной кислоты и тиосульфата	4	11				
12	Высокочастотное титрование раствора соляной кислоты	4	11				
13	Фотометрическое определение железа в растворе	4	8				
14	Спектрофотометрическое определение красителей в смеси	4	8				
15	Определение углеводов в смеси методом газо-жидкостной хроматографии	4	8				
16	Количественное определение ионов цинка и магния в смеси методом ионообменной хроматографии	4	8				

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
			140				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4 5,6,7	Коллоквиум	3	4				
		4	3				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	34				
	4	20				
Подготовка к лабораторным занятиям и коллоквиумам	3	34				
	4	20				
Подготовка к экзамену	4	36				
Подготовка к зачету	3	4				
		112+36				

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

##### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

#### 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Б. Кукина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.-162 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30833>.- ЭБС «IPRbooks»

2. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум/ Валова (Копылова) В.Д., Паршина Е.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 199 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905>

б) дополнительная учебная литература

3. Федоров В.А. Аналитическая химия. Введение в количественный анализ. [Текст]: учебное пособие/ В.А. Федоров, А.А. Комиссаренков. - СПб.: СПбГУРП, 2011.- 45 с. - Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/achkolanaliz.htm>. — ЭБС ВШТЭ

4. Дмитриевич И.Н.Количественный анализ в вопросах и ответах: учебное пособие /ВШТЭ СПбГУПТД –СПб.,2016 - 52 с. <http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh//13.pdf>. — ЭБС ВШТЭ

5. Дмитриевич И.Н.,Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А.Электрохимические методы анализа( вопросы, тесты и ответы): учебное пособие /ВШТЭ СПбГУПТД –СПб.,2016 - 84 с. <http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh//14.pdf>. — ЭБС ВШТЭ

## **8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Потенциометрия: учебно-методическое пособие / Комиссаренков А.А., Пругло Г.Ф., Федоров В.А. -СПб.: Изд-во СПбГТУ РП, 2013. -64 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/potenz.pdf>. — ЭБС ВШТЭ
2. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие/ Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. ГОУВПО СПбГТУРП.-СПб., 2010. -52 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metodoptika.htm>. — ЭБС ВШТЭ
3. Кондуктометрия и высокочастотное титрование: учебно-методическое пособие /Комиссаренков А.А., Пругло Г.Ф. ГОУВПО СПбГТУРП.-СПб., 2009.-42 с.Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/Konduktometr.html>. — ЭБС ВШТЭ
4. Кулонометрические методы анализа: учебно-методическое пособие. - 2-е изд-е, испр. и дополн./ Дмитриевич И.Н., Комиссаренков А.А., Федорова О.В. ГОУВПО СПбГТУРП. -СПб., 2009. -48 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/Qulonometr.htm>. — ЭБС ВШТЭ
5. Дмитриевич И.Н. Электрохимические методы анализа: практика применения в ЦБП (в примерах и задачах) [Текст]: учебно-методическое пособие / И.Н. Дмитриевич, А.А. Комиссаренков. – СПб ГТУРП. – СПб, 2012. – 95 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/elektrchem.htm>. — ЭБС ВШТЭ
6. Физико-химические методы анализа. Ч.1. Электрохимические методы анализа [Текст]: учебное пособие для студентов заочной формы обучения / И.Н.Дмитриевич [и др.] - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 78 с.- Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/8.pdf> ...
7. Дмитриевич И.Н. Физико-химические методы анализа. Ч.2. Оптические методы анализа [Текст]: учебное пособие для студентов заочной формы обучения / И.Н. Дмитриевич, Г.Ф. Пругло, О.В.Фёдорова, А.А. Комиссаренков. - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 39 с.- Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/7.pdf>
8. Дмитриевич И.Н. Физико-химические методы анализа. Ч.3. Хроматографические методы анализа [Текст]: учебное пособие для студентов заочной формы обучения / И.Н. Дмитриевич, Г.Ф. Пругло, О.В.Фёдорова, А.А. Комиссаренков. - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 54 с.- Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/8.pdf>
7. 9. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И. Апарнев [и др.]— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.- 104 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44656>.- ЭБС «IPRbooks» ия знаний, 2015.— 470 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4581>.— ЭБС «IPRbooks»

## **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.ftpl.ru/biblioteka/analiticheskaya-himiya.html>
2. <http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/>
3. <http://www.twirpx.com/>

## **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

## **8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Специализированная учебная лаборатория ФХМА с необходимым оборудованием: спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3»

## **8.6. Иные сведения и (или) материалы**

Комплект плакатов, демонстрирующих принцип работы приборов, имеющихся в лаборатории; наглядные пособия: принципиальная схема фотоколориметра ФЭК-56М, хроматографа; вид кривых титрования, полученных различными ФХМА; классификация электродов.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**



Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные работы способствуют развитию навыков аналитических измерений с помощью химических и физико-химических методов анализа, применяемых для контроля технологических процессов, качества сырья и готовой продукции. На лабораторных работах студентам предлагается использовать современные приборы и сетевые компьютерные технологии при обработке результатов аналитических определений. В результате проведения лабораторного занятия обучающиеся должны усвоить методику анализа, понять принцип ее разработки и научиться применять ее в химических системах сходного типа.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ, расположенных в разделе кафедры «Общей и неорганической химии» на сайте библиотеки ВШТЭ <a href="http://nizrp.narod.ru/">http://nizrp.narod.ru/</a>.</p> <p>Ход работы и экспериментальные результаты должны быть подробно описаны, построены необходимые графики, проведена статистическая обработка экспериментальных данных.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и собственного конспекта при подготовке к лабораторным работам, коллоквиумам, контрольным работам, зачету и экзамену Самостоятельная работа учащегося проводится индивидуально; при возникновении вопросов – совместно с преподавателем.</p> <p>При подготовке к экзамену или зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, собственных конспектов при подготовке к коллоквиумам, отчеты по лабораторным работам, рекомендуемую литературу и получить консультацию у преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 (1,2)	<p>1. Излагает основные представления о закономерностях протекания химических процессов и методов описания химических равновесий в растворах электролитов. Демонстрирует знание теоретических основ и принципов физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических.</p> <p>2. Показывает умение использовать основные законы неорганической химии и физики, для решения аналитических задач. Проявляет умение прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химической реакции, используемой в анализе.</p> <p>3. Демонстрирует владение навыками расчета количественных характеристик растворов, опираясь на количественные соотношения неорганической химии и</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (72 вопроса)</p> <p>2. Практические типовые задания к экзамену (15 задач)</p> <p>3. Перечень вопросов к зачету (60 вопросов)</p> <p>4. Практические задания к зачету (32 задачи)</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	физики.		
ОПК-2 (2)	1. Излагает теоретические основы химических и физико-химических методов анализа. 2. Показывает умение использовать знания аналитической химии и ФХМА при проведении аналитических измерений и обработке их результатов в профессиональной деятельности. 3. Демонстрирует владение экспериментальными методами проведения химического анализа систем, используемых в профессиональной деятельности.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к экзамену (72 вопроса) 2. Практические типовые задания к экзамену (15 задач) 3. Перечень вопросов к зачету (60 вопросов) 4. Практические задания к зачету (32 задачи)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретических основ аналитической химии, при ответе легко ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; проработал основную и знаком с дополнительной литературой; способен обоснованно применять теорию химического равновесия к решению практических задач анализа химических систем; может аргументировано выбрать методику анализа для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся показывает правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
хорошо	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знания теоретических основ аналитической химии, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся показывает достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов, формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата при решении задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать химические законы, понятия и определения, но при этом, допуская	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, но не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Допускает ошибки в

	большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	размерностях химических и физических величин, может сделать схему, поясняющую решение задачи.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не способен проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать химические законы и плохо ориентируется в химических и физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов физико-химического анализа, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; может обоснованно подобрать схему анализа различных объектов производственного контроля; выполнил и оформил все лабораторные работы. Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой в билете задачи, провел все необходимые вычислительные действия, корректно интерпретировал результаты.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы организации физико-химического анализа; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Не смог корректно решить предложенную в билете задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя	

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов к экзамену (зачету), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Методы аналитической химии. Их классификация и характеристика.	1
2	Основные требования к методам анализа в аналитической химии.	1
3	Сравнительная характеристика основных методов аналитической химии.	1
4	Гравиметрический анализ, его достоинства и недостатки.	1
5	Сущность титриметрического анализа. Достоинства и недостатки.	2
6	Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.	2
7	Стандартный раствор: его назначение и способы приготовления.	2
8	Способы приготовления стандартного раствора щелочи.	2
9	Требования, предъявляемые к установочным веществам. Их назначение и примеры использования.	2
10	Приготовление титранта стандартизацией раствора приблизительной концентрации.	2
11	Приготовление стандартного раствора по точной навеске установочного вещества.	2
12	Закон эквивалентности. Его использование в аналитических расчетах.	2
13	Прямое, косвенное и обратное титрование. Расчёт содержания анализируемого вещества при различных приёмах титрования.	2
14	Электролитическая теория растворов. Степень диссоциации, как критерий оценки силы электролита.	3
15	Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Закон разбавления Освальда для слабых электролитов	3
16	Диссоциация воды. Константа ионного произведения воды. Приготовление стандартного раствора перманганата калия по точной навеске установочного	3

	вещества.	
17	Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов. Условия проведения йодометрического титрования.	3
18	Протолитическая теория кислот и оснований. Расчет pH в растворах щелочей и сильных кислот	3
19	Равновесие в растворах слабых кислот и оснований. (Вывод формулы для расчета pH).	3
20	Гидролиз, степень и константа гидролиза солей. Факторы, влияющие на степень гидролиза.	3
21	Равновесие в растворах гидролизующихся солей. (Вывод формулы для расчета pH).	3
22	Равновесие в растворах слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований.	3
23	Буферные растворы: их назначение и классификация. Буферная емкость.	3
24	Равновесие в буферных растворах. (Вывод формулы для расчета pH).	3
25	Принцип действия буферных растворов.	3
26	Общие принципы построения кривых титрования. Выбор индикаторов.	4
27	Кислотно-основные индикаторы. Их строение и принцип действия.	4
28	Ионная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования индикаторов.	4
29	Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов.	4
30	Принцип выбора кислотно-основных индикаторов. Индикаторные ошибки, причины их возникновения.	4
31	Расчет индикаторных ошибок.	4
32	Назначение индикаторов и требования, предъявляемые к ним.	4
33	Расчет и построение кривых титрования сильных кислот и щелочей.	4
34	Сравнительный анализ кривых титрования сильных и слабых кислот.	4
35	Расчет и построение кривых титрования слабых кислот и оснований. Причины отсутствия скачка на кривой титрования.	4
36	Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием (На примере кислоты с $pK=4$ , $C^0_k=0,1$ M, $V_k=100$ мл.)	4
37	Кривые титрования слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований. Условие дифференцированного титрования по ступеням.	4
38	Реакции комплексообразования. Основные характеристики комплексных соединений. Дентантность лигандов.	5
39	Недостатки комплексиметрического титрования с использованием малодентантных лигандов.	5
40	Комплексиметрическое - и комплексонометрическое титрование.	5
41	Комплексоны: примеры, строение и свойства.	5
42	Протолитические свойства комплексонов.	5
43	Выбор оптимальных условий комплексонометрического титрования.	5
44	Преимущество использования комплексонов в титриметрическом анализе.	5
45	Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов.	5
46	Расчет условной константы устойчивости комплексонов. Область ее использования.	5
47	Расчет и построение кривых комплексонометрического титрования.	5
48	Металлоиндикаторы, их строение и принцип действия.	5
49	Требования к индикаторам в комплексонометрическом титровании.	5
50	Общая характеристика методов осадительного титрования.	6
51	Определение точки эквивалентности в аргентометрии.	6
52	Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента.	7
53	Вывод уравнения Нернста для электродного потенциала.	7
54	Форма записи уравнения Нернста электродного потенциала для различных видов реакций.	7
55	Стандартный окислительно-восстановительный потенциал ( $E^0$ ) и способ его определения.	7
56	Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции. Оценка возможности использования окислительно-восстановительной реакции в титриметрическом анализе.	7
57	Окислительно-восстановительные индикаторы. Принцип их подбора.	7
58	Способы определения точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании.	8
59	Условия проведения йодометрического титрования.	8
60	Приготовление стандартного раствора перманганата калия по точной навеске установочного вещества.	8

61	Аналитический сигнал и его свойства (чувствительность, селективность, экспрессность, помехозащищенность методики анализа).	9
62	Классификация физико-химических методов анализа и их преимущество по сравнению с методами классического химического анализа	10
63	Охарактеризовать метод потенциометрического анализа (основы метода, главные направления применения). Привести классификацию потенциометрических методов анализа (ионометрия, редоксиметрия и т.д.)	11
64	Дать определение терминам: электрод, электрохимическая реакция, электрохимическая ячейка (обратить внимание на различия принципа действия гальванического элемента и электролизера). Представить связь гальванического элемента и электролитической ячейки	11
65	Описать процесс возникновения потенциала на границе раздела фаз металлический электрод-раствор. Представить уравнение Нернста.	11
66	Дать определение стандартного электродного потенциала. Описать конструкцию и назначение стандартного водородного электрода, а также способ измерения стандартного электродного потенциала	11
67	Представить принцип работы гальванического элемента, его схематическое изображение, процессы и реакции, протекающие на электродах. Принцип расчета ЭДС ячейки	11
68	Основные принципы классификации электродов (по назначению, по механизму возникновения потенциала). Обратимые и необратимые электроды. Привести примеры	11
69	Дать определение функциям электрода сравнения и индикаторного электрода, привести пример каждого. Перечислить требования, предъявляемые к ним	11
70	Привести примеры электродов второго рода. Описать конструкцию и вывести потенциал хлорсеребряного электрода	11
71	Редокс электроды. Представить потенциал платинового электрода, опущенного в раствор $FeCl_2$ и $FeCl_3$ . Дать определение и вывести потенциал хингидронного электрода	11
72	Перечислить виды мембранных электродов. Кратко охарактеризовать каждый вид, представить конструкцию	11
73	Описать конструкцию и вывести потенциал стеклянного электрода. Перечислить его преимущества и недостатки	11
74	Привести примеры использования ионометрии в санитарно-химическом анализе	11
75	Описать методы определения концентрации в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика (+калибровка электрода), концентрационного элемента, добавок и пр.).	11
76	Охарактеризовать косвенные методы потенциометрии. Описать принцип потенциометрического титрования на примере кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные электроды кислотно-основного титрования	11
77	Осадительное, комплексонометрическое, окислительно-восстановительное титрование. Основные принципы	11
78	Преимущества потенциометрического титрования перед классическими методами	11
79	Охарактеризовать методы измерения ЭДС в потенциометрии (компенсационный и некомпенсационный метод)	11
80	Основные принципы кулонометрических исследований. Описать процесс электрохимического превращения вещества на электроде с использованием закона Фарадея	12
81	Условия проведения кулонометрического анализа	12
82	Охарактеризовать методы анализа, основанные на законе Фарадея (прямая/косвенная, амперостатическая/потенциостатическая кулонометрия)	12
83	Прямая кулонометрия. Электрохимические реакции, применяемые в прямой кулонометрии	12
84	Выбор потенциала рабочего электрода в прямой потенциостатической кулонометрии. Дать определение понятию «потенциал выделения вещества»	12
85	Определение количества электричества в прямой потенциостатической кулонометрии	12
86	Схема установки для прямой потенциостатической кулонометрии. Химический кулонометр	12
87	Электрогравиметрический анализ. Назначение метода, краткая характеристика	12
88	Сущность косвенной амперостатической кулонометрии. Способы электрогенерации титранта	12
89	Условия проведения кулонометрического титрования	12
90	Основные принципы фиксации конечной точки титрования (точки эквивалентности)	12

91	Описать способ определения содержания кислоты методом кулонометрического титрования. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении кислот	12
92	Описать способ определения содержания тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении тиосульфата натрия	12
93	Представить преимущества кулонометрического анализа (как прямого, так и косвенного) перед классическими методами анализа	12
94	Практическое применение методов кулонометрического анализа	12
95	Охарактеризовать метод кондуктометрических исследований. Объяснить сущность процесса электропроводности растворов электролитов. Показать связь величины электропроводности раствора электролита и его сопротивления	13
96	Дать понятие удельной, эквивалентной и электропроводности. Представить размерность. Соотношение удельной и эквивалентной электропроводности	13
97	Эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении. Закон независимого движения ионов. Формула Кольрауша – зависимость эквивалентной электропроводности сильных электролитов	13
98	Влияние концентрации сильных и слабых электролитов на электропроводность. Представить графики зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации сильных и слабых электролитов	13
99	Объяснить причину аномально высокой подвижности протона и гидроксил-иона в электрическом поле. Зависимость электрической проводимости от температуры	13
100	Прямая кондуктометрия. Назначение, преимущества и недостатки. Объяснить причину ограниченного применения	13
101	Схема установки для определения электрической проводимости. Константа сосуда. Ток разбаланса моста	13
102	Представить сущность процесса неконтактного высокочастотного титрования (ВЧТ). Преимущества и недостатки. Типы ячеек, применяемых в высокочастотном титровании	13
103	Дать полное выражение общей проводимости ячейки емкостного типа. Активная и реактивная составляющая. Отличие высокочастотных методов от низкочастотных	13
104	Описать метод кондуктометрического титрования и принцип нахождения точки эквивалентности на примере кислотно-основного титрования. Зависимость формы кривой ВЧТ от частоты генератора	13
105	Сущность процесса взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Представить процесс поглощения света с точки зрения изменения внутренней энергии исследуемого вещества. Дать объяснение понятию «корпускулярно-волновой дуализм»	14
106	Назвать три спектральные области, в которых изучается поглощение света веществом и соответствующие методы спектроскопии. Избирательное поглощение света веществом. Классификация методов спектроскопии	14
107	Представить закон Бугера-Ламберта-Бера в линейном и степенном виде. Аддитивность оптической плотности. Связь оптической плотности с пропусканием. Молярный коэффициент поглощения. Ограничения и условия применимости закона	14
108	Описать метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Перечислить способы атомизации вещества. Электротермическая атомизация. Пламенно-эмиссионная спектроскопия. Различие между атомно – абсорбционной и пламенно-эмиссионной. Преимущества и недостатки методов	14
109	Описать метод молекулярно-абсорбционной фотометрии. Характеристика молекулярных спектров поглощения. ИК и УФ спектроскопия (количественный и качественный анализ этими методами)	14
110	Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Перечислить источники излучения для получения спектров в различном диапазоне длин волн	14
111	Материал оптической аппаратуры, монохроматоры, светофильтры и детекторы	14
112	Количественный анализ методом молекулярной спектроскопии. Выбор условий фотометрирования однокомпонентных растворов. Пояснить необходимость фотометрирования относительно раствора сравнения и добавки к бесцветным растворам окрашивающих реагентов	14
113	Выбор светофильтра. Факторы, влияющие на оптическую плотность. Чувствительность фотометрических методов	14
114	Описать методы определения концентрации (метод калибровочного графика, добавок, сравнения и дифференциальной фотометрии). Преимущества и недостатки	14

	каждого метода. Определение железа при помощи сульфосалициловой кислоты	
115	Спектрофотометрическое определение концентрации компонентов в смеси светопоглощающих веществ – анализ смеси двух красителей	15
116	Описать принцип рефрактометрического анализа	15
117	Описать принцип люминесцентного анализа	15
118	Сущность процесса хроматографии	16
119	Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от природы подвижной и неподвижной фазы и аппаратного оформления	16
120	Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от способа проведения – элюентная, вытеснительная и фронтальная	16
121	Теоретические основы хроматографии. Теория теоретических тарелок	16
122	Колоночная адсорбционная хроматография. Опыты М.С.Цвета. Качественная и количественная идентификация разделяемых веществ	16
123	Тонкослойная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Установление химической природы и количества компонентов	16
124	Распределительная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Бумажная хроматография. Установление химической природы и количества компонентов	16
125	Классификация, назначение и основы метода газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа и техника выполнения анализа	16
126	Проявительный метод в газовой хроматографии. Вид дифференциальной хроматограммы, её основные параметры	16
127	Основные критерии хроматографического разделения: эффективность, разрешение и селективность колонки	16
128	Неподвижные фазы и требования, предъявляемые к ним. Хроматографические детекторы	16
129	Методы качественного и количественного анализа в газовой хроматографии	16
130	Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки	16
131	Гель-хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки	16
132	Теоретические основы метода ионообменной хроматографии. Классификация. Аппаратное оформление и техника выполнения анализа на примере определения содержания магния и цинка при их совместном присутствии на анионите	16

### 10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Вычислить молярную концентрацию эквивалента $H_2SO_4$ и $T_{H_2SO_4/CaO}$ если $T_{H_2SO_4} = 0,004852$ г/мл.	$C_N(H_2SO_4) = 0,09894$ мольэ/л $T_{H_2SO_4/CaO} = 0,0022774$ г/мл
2	Сколько миллилитров $H_2SO_4$ плотностью $1,835$ г/см <sup>3</sup> потребуется для приготовления $2,5$ дм <sup>3</sup> $0,2$ н раствора?	14,3 мл
3	Сколько воды надо добавить к $1,5$ дм <sup>3</sup> $0,12$ н раствора $HCl$ , чтобы получить раствор с $T(HCl) = 0,003650$ г/мл?	300 мл
4	Вычислить pH раствора, полученного смешением $19$ см <sup>3</sup> $6,2$ н раствора уксусной кислоты и $1$ см <sup>3</sup> $2,0$ н раствора ацетата натрия.	2,99
5	На титрование $20$ см <sup>3</sup> раствора $NaOH$ идет $21,05$ см <sup>3</sup> $HCl$ с титром $T(HCl) = 0,003706$ г/см <sup>3</sup> . Вычислить $C_N(NaOH)$ и $T(NaOH/H_2C_2O_4)$ .	$C_N(NaOH) = 0,1069$ мольэ/л $T(NaOH/H_2C_2O_4) = 0,004810$ г/мл
6	Какую навеску янтарной кислоты ( $H_2C_4H_4O_4$ ) следует взять, чтобы после ее растворения в мерной колбе вместимостью $200$ см <sup>3</sup> , на титрование $25$ см <sup>3</sup> полученного раствора пошло $4,2$ см <sup>3</sup> $0,1$ н. раствора $NaOH$ ?	0,1982г
7	Определить жесткость H-катионированной воды, используемой для уменьшения зольности целлюлозы, если на титрование $300$ см <sup>3</sup> воды затрачено $0,86$ см <sup>3</sup> $0,01$ н раствора	$0,028$ ммольэ/ дм <sup>3</sup>

	трилона Б	
8	Сколько граммов KCl содержится в 250 см <sup>3</sup> раствора, если на титрование 25 см <sup>3</sup> его израсходовано 17 см <sup>3</sup> 0,05252 н Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ?	0,6657г
9	Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности при титровании 0,1м раствора FeSO <sub>4</sub> 0,1 м раствором KMnO <sub>4</sub> в присутствии H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (H <sup>+</sup> =1 моль/л) (E <sup>0</sup> MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /Mn <sup>2+</sup> =1,51 В; E <sup>0</sup> Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup> =0,77 В).	1,39 В
10	Определить содержание Na <sub>2</sub> S (г/дм <sup>3</sup> ) в белом щелоке сульфатной варки целлюлозы, если 10 см <sup>3</sup> щелока разбавили в колбе 250 см <sup>3</sup> . К 25 см <sup>3</sup> полученного раствора добавили 5,0 см <sup>3</sup> 0,1 н раствора йода и на обратное титрование затратили 1,86 см <sup>3</sup> 0,1 н раствора тиосульфата натрия (K=1,052).	12,3 г/дм <sup>3</sup>
11	Определить процентное содержание хлората натрия, используемого при приготовлении реагентов для отбеливания целлюлозы, если навеску хлората натрия 1,383г растворили в колбе 500 см <sup>3</sup> . К 10 см <sup>3</sup> полученного раствора добавили 20,0 см <sup>3</sup> 0,09734н раствора сульфата железа (II), избыток которого оттитровали 5,95 см <sup>3</sup> 0,1 н раствора KMnO <sub>4</sub> .	99,78%
12	Вы студент СПбГТУПТД ВШТЭ, поступили на практику в отдел контроля качества фармацевтического предприятия с возможностью дальнейшего трудоустройства. Для оценки Вашего уровня компетентности руководство лаборатории предложило решить конкретную производственную задачу. В качестве исходного сырья при производстве некоторых лекарственных средств используют щавелевую кислоту с содержанием основного вещества не менее 90%. Если содержание щавелевой кислоты ниже, то необходимо использовать дополнительную стадию очистки. Вам предложено разработать методику определения содержания щавелевой кислоты, причём рекомендовано использовать титриметрический метод анализа. В лаборатории имеется следующее оборудование: аналитические весы, бюретка объёмом 5 мл, конические колбы для титрования объёмом 100 см <sup>3</sup> , ёмкости для хранения растворов объёмом 1 л и 0,5 дм <sup>3</sup> , мерные колбы объёмом 100, 250 см <sup>3</sup> ; реактивы: натрия гидроксид с определенной плотностью, кислота серная концентрированная, фиксаналы кислоты хлороводородной, калия перманганата, натрий тиосульфат с концентрацией 0,41 моль/дм <sup>3</sup> , индикаторы метиловый оранжевый, фенолфталеин.	1. Метод определения концентрации щавелевой кислоты – прямое кислотно-основное титрование, рабочий раствор NaOH, C <sub>NaOH</sub> =0.1 н. 2. Концентрация щавелевой кислоты 86%. 3. Для достижения концентрации 90% необходимо добавить 1,2 г щавелевой кислоты.
13	Группа студентов была направлена на летнюю практику в лабораторию ГУП «ТЭК СПб». Поскольку руководство предприятия заинтересовано в подборе молодых перспективных специалистов, для проверки навыков студентов и их компетентность им было предложено решить несколько задач. Раствор дихромата калия для определения химического потребления кислорода должен иметь молярную концентрацию эквивалента 0,25 моль/дм <sup>3</sup> . Для определения концентрации K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> титриметрическим методом необходимо	1. Возможные методы определения концентрации: прямое титрование солью Мора с фенолантрапиновой кислотой; обратное титрование – перманганатометрия, индикатор – собственная окраска титранта. 2. Концентрация бихромата калия составляет 0,1 н. Для достижения заданной концентрации необходимо добавить 1,225 г K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .



	обоснованно выбрать индикатор. Что и каким образом необходимо сделать в случае, если данный раствор не имеет нужной концентрации (укрепить, разбавить)?	
14	Выразите оптическую плотность в процентах пропускания: а) 0,064; б) 0,765; в) 0,318; г) 0,209; д) 0,437; е) 0,413	а) 86,3%; б) 17,2%; в) 48%; г) 61,8%; д) 36,6%; е) 38,6%
15	При электролизе раствора, содержащего ионы Me (III) при силе тока 1,0 А за 35 мин. На катоде было выделено 0,3772 г металла. Приняв выход по току равным 100 %, определить, какой это металл	Ионы хрома Cr <sup>3+</sup>

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена, зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная

письменная

компьютерное тестирование

иная

#### 10.3.3. Особенности проведения экзамена, зачета

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу составляет не более 40 мин. В это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для выполнения практической задачи обучающемуся необходимо иметь при себе калькулятор. Необходимая справочная литература предоставляется на экзамене.

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.