

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 04 » 07 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.17

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: 44 Теоретической и прикладной химии

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки:

\* 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки:

\* Химическая, био- и нанотехнологии волокнистых материалов

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	252	252	
	Аудиторные занятия	102	68	
	Лекции	34	34	
	Лабораторные занятия	68	34	
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	114	148	
	Промежуточная аттестация	36	36	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3	4	
	Зачет	2	3	
	Контрольная работа	2233	3344	
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		4	3									
Очно-заочная			3	4								
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки и на основании учебного плана № 1/1/823

# 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

Сформировать компетенции обучающегося в области качественного и количественного анализа различных веществ с использованием химических, физических и физико-химических методов анализа.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть теоретические основы аналитической химии и физико-химических методов анализа.
- Раскрыть принципы качественного и количественного анализа органических и неорганических веществ.
- Сформировать представление о метрологических основах химического анализа.
- Познакомить студентов с теорией и практикой пробоотбора и пробоподготовки.
- Показать возможность использования методов аналитической химии в различных областях человеческой деятельности.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК- 1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	первый
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: -основные химические законы и теории; -основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ; -методы разделения и концентрирования веществ; -метрологические характеристики классических методов анализа.  Уметь: -подготовить пробу к анализу; -прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; -выполнить анализ объекта классическим методом.  Владеть: -навыками работы с химическими реактивами и приборами; -навыками проведения количественного анализа химическими методами.		
ПК- 17	Готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	первый
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: -теоретические основы физико-химических методов испытаний; -аналитические возможности каждого метода и области его применения; -основное аппаратное оформление.  Уметь: -выполнить анализ объекта инструментальным методом; -провести статистическую обработку результатов измерений.		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
Владеть: -навыками проведения физико-химических измерений и корректной оценки погрешностей при их проведении.		

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

- Математика (ОПК-1)
- Общая и неорганическая химия (ОПК-1)

## 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. Методы аналитической химии. Теоретические основы</b>			
Тема 1. Предмет аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Требования, предъявляемые к методам анализа (правильность, воспроизводимость, точность анализа, предел обнаружения, избирательность, специфичность).	4	4	
Тема 2. Закон действующих масс. Сильные и слабые электролиты. Применение закона действующих масс к растворам слабых электролитов. Степень и константы диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Сильные электролиты в растворах. Активность, коэффициент активности.	6	4	
Тема 3. Применение закона действующих масс к гетерогенным системам. Производство растворимости. Условия образования осадков. Влияние различных факторов на растворимость труднорастворимых соединений. Солевой эффект.	6	4	
Тема 4. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH. Расчет pH водных растворов протолитов.	6	4	
Тема 5. Гидролиз солей. Расчет pH растворов гидролизующихся солей.	4	4	
Тема 6. Кислотно-основная буферная система. Механизм их действия. Буферная ёмкость. Расчет pH буферных систем.	4	2	
<b>Текущий контроль 1. Контрольная работа</b>	6	6	
<b>Учебный модуль 2. Качественный анализ</b>			
Тема 7. Типы химических реакций, используемых в качественном анализе. Методы проведения качественного анализа. Дробный и систематический анализ.	6	6	
Тема 8. Сероводородная (сульфидная) классификация катионов. Групповой реактив-осадитель. Качественный анализ смеси катионов I и II групп. Реакции катионов III группы.	8	6	
Тема 9. Аналитическая классификация анионов. Качественные реакции анионов I,II,III аналитических групп.	8	6	
<b>Текущий контроль 2. Коллоквиум</b>	4	4	
<b>Учебный модуль 3. Количественный анализ</b>			
Тема 10. Методы количественного анализа. Ошибки в количественном анализе (абсолютная ошибка, относительная ошибка, случайная ошибка, систематическая ошибка, промах).	6	4	
Тема 11. Гравиметрический анализ. Общая характеристика. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Условия получения аморфных и кристаллических осадков. Расчеты в гравиметрическом анализе.	6	4	
Тема 12. Титриметрический анализ. Способы выражения концентраций	6	4	

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
растворов. Классификация титриметрических методов по способу титрования (метод замещения, прямого и обратного титрования).			
Тема 13. Приёмы титрования. Метод пипетирования и метод отдельных навесок. Классификация рабочих растворов по способу приготовления. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы.	6	4	
Тема 14. Кислотно-основное титрование. Кривая титрования. Точка эквивалентности. Ионно-хромовая теория индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования индикатора. Построение кривых титрования и выбор индикатора.	6	4	
Тема 15. Окислительно-восстановительные реакции. Определение фактора эквивалентности и молярной массы эквивалента веществ в реакциях окисления-восстановления. Окислительно-восстановительные потенциалы и направление реакции.	6	4	
Тема 16. Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия). Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования. Принцип их действия.	6	4	
Тема 17. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление и хранение раствора $KMnO_4$ . Стандартизация раствора $KMnO_4$ по щавелевой кислоте или оксалату натрия. Определение восстановителей и окислителей.	6	4	
Тема 18. Йодометрия. Общая характеристика метода. Стандартизация раствора йода по тиосульфату натрия. Йодометрическое определение восстановителей и окислителей.	6	4	
Тема 19. Методы осадительного титрования: аргентометрия, меркурометрия, меркуриметрия.	6	2	
Тема 20. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Определение катионов металлов в растворе методом комплексонометрического титрования.	6	4	
<b>Текущий контроль 3. Контрольная работа</b>	6	6	
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет</b>	10	10	
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен</b>			
<b>Учебный модуль 4. Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа. Термические методы анализа.</b>			
Тема 21. Классификация физико-химических методов анализа, критерии оценки, преимущества методов.	6	8	
Тема 22. Электрохимические методы анализа и их классификация. Уравнение Нернста в потенциометрии. Классификация электродов. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Способы нахождения точки эквивалентности в потенциометрическом титровании. Кривые титрования в интегральном и дифференциальном виде.	6	8	
Тема 23. Термические методы анализа. Кривые дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа. Устройство дериватографа, получение дериватограмм.	4	8	
<b>Текущий контроль 4. Контрольная работа</b>	6	6	
<b>Учебный модуль 5. Хроматографические методы анализа</b>			
Тема 24. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры. Анализ хроматограмм.	4	8	
Тема 25. Ионнообменная хроматография. Иониты. Регенерация ионитов. Обменная ёмкость ионитов. Устройство хроматографа для проведения хроматографии по типу ионного обмена.	6	8	
Тема 26. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Способы получения плоскостных хроматограмм. Идентификация пятен органических соединений. Анализ плоскостной хроматограммы. Коэффициент удерживания $R_f$ , качественный и количественный анализ.	4	8	
Тема 27. Газовая хроматография. Устройство газового хроматографа. Способы детектирования.	6	8	

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Текущий контроль 5. Коллоквиум</b>	4	4	
<b>Учебный модуль 6. Оптические методы анализа</b>			
Тема 28. Оптические (спектральные) методы анализа и их классификация. Основные характеристики и природа света как электромагнитного излучения. Области электромагнитного спектра. Закон Бугера-Ламберта-Бера и его формулировка. Молярный коэффициент поглощения, его физический смысл. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения.	6	10	
Тема 29. Фотокolorиметрический метод анализа. Выбор светофильтров. Анализ смеси окрашенных веществ. Закон аддитивности светопоглощения. Спектрофотометрический метод анализа в видимой и ультрафиолетовой областях. Основные методы количественного анализа в спектрофотометрии и фотокolorиметрии (метод сравнения, метод калибровочного графика, метод добавок).	6	10	
Тема 30. Абсорбционный метод анализа в инфракрасной (ИК) области спектра. Определение структуры соединения по его ИК-спектру.	6	8	
Тема 31. Люминесцентный анализ.	2	8	
<b>Текущий контроль 6. Контрольная работа</b>	6	6	
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен</b>	36	36	
<b>ВСЕГО:</b>	<b>252</b>	<b>252</b>	

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	0.5	3	0.5		
2	2	1	3	1		
3	2	1	3	1		
4	2	0.5	3	0.5		
5	2	0.5	3	0.5		
6	2	0.5	3	0.5		
7	2	0.5	3	0.5		
8	2	1	3	1		
9	2	1	3	1		
10	2	0.5	3	0.5		
11	2	1	3	1		
12	2	1	3	1		
13	2	1	3	1		
14	2	1	3	1		
15	2	1	3	1		
16	2	1	3	1		
17	2	1	3	1		
18	2	1	3	1		
19	2	1	3	1		
20	2	1	3	1		
21	3	1	4	1		
22	3	2	4	2		
23	3	1	4	1		
24	3	1	4	1		
25	3	2	4	2		
26	3	2	4	2		
27	3	2	4	2		
28	3	2	4	2		
29	3	2	4	2		

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
30	3	1	4	1		
31	3	1	4	1		
<b>ВСЕГО:</b>		34		34		

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Решение задач	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Расчет pH водных растворов протолитов.						
5	Расчет pH растворов гидролизующихся солей.						
6	Расчет pH буферных систем.						
12	Способы выражения концентраций растворов						
<b>ВСЕГО:</b>							

### 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)
1-6	Вводная беседа о порядке работы, технике безопасности в лаборатории аналитической химии. Контроль знаний.	2	3	3	2		
7	Изучение I аналитической группы катионов.	2	3	3	2		
8	Изучение II аналитической группы катионов. Действие группового осадителя на II группу катионов.	2	3	3	2		
9	Изучение анионов. Выполнение качественных реакций.	2	3	3	1		
7-9	Анализ индивидуального вещества. Задача № 1.	2	3	3	2		
8	Изучение III аналитической группы катионов.	2	6	3	2		
10	Техника работы в весовом анализе. Аналитические весы и взвешивание. Расчеты в весовом анализе.	2	3				
11	Гравиметрическое определение количества бария в растворе хлорида бария.	2	3				
12,13	Объемный анализ. Знакомство с приборами и техникой работы. Кислотно-основное титрование. Определение концентрации соляной кислоты по навескам соды.	2	3	3	2		

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)
14	Определение гидроксида и карбоната натрия при совместном присутствии их в растворе.	2	3	3	2		
15	Окислительно-восстановительное титрование. Определение массы дихромата калия в растворе методом обратного титрования.	2	3	3	2		
16	Определение концентрации рабочего раствора тиосульфата натрия.	2	3				
18	Йодометрия. Определение содержания меди в растворе.	2	3				
18	Определение аскорбиновой кислоты йодометрическим методом.	2	3				
20	Комплексонометрический метод анализа. Приготовление рабочего раствора трилона Б. Определение цинка в растворе.	2	3				
20	Комплексонометрический метод анализа. Определение общей жесткости воды.	2	3				
22	Количественное определение серной кислоты методом кислотно-основного потенциометрического титрования	3	2	4	2		
22	Количественное определение железа методом окислительно-восстановительного потенциометрического титрования	3	2	4	2		
25	Определение меди в растворе методом ионообменной хроматографии.	3	2	4	2		
26	Разделение и количественное определение галогенид-ионов методом бумажной хроматографии.	3	2	4	2		
28	Спектрофотометрия. Снятие спектров поглощения и определение концентрации эозина.	3	2	4	2		
29	Фотоколориметрия. Определение содержания кобальта и никеля при совместном присутствии в растворе.	3	2	4	2		
30	ИК-спектроскопия.	3	2	4	2		

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)
	Расшифровка спектров органических веществ.						
22,28,29	Сдача контрольных работ. Доработка.	3	3	4	3		
<b>ВСЕГО:</b>			68		34		

#### 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
1,3	Контрольная работа	2	2	3	2		
2	Коллоквиум	2	1	3	1		
4,6	Контрольная работа	3	2	4	2		
5	Коллоквиум	3	1	4	1		

#### 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	2	37	3	34		
	3	28	4	42		
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	2	29	3	30		
	3	10	4	32		
Выполнение контрольных работ						
Подготовка к зачету	2	10	3	10		
Подготовка к экзамену	3	36	4	36		
<b>ВСЕГО:</b>		150		184		

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Изложение основного содержания курса, иллюстрируемое конкретными примерами. Лекция с элементами дискуссии.	10	10	
Практические и семинарские занятия	Обобщение и коллективный анализ результатов расчета значений pH растворов протолитов.			

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	Обобщение и коллективный анализ результатов индивидуальных экспериментов с целью установления достоверности полученных значений.	18	9	
<b>ВСЕГО:</b>		28	19	

## 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, сдача коллоквиума	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 балла за посещение лекций (9 лекций в семестре), максимум 36 баллов.</li> <li>• 64 балла за пройденный коллоквиум (1 коллоквиум в семестре), максимум 64 балла</li> </ul>
2	Выполнение и защита контрольной работы, объяснение полученных результатов	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 баллов за выполнение и защиту контрольной работы в срок (2 контрольные работы в семестре). Максимум 100 баллов.</li> </ul>
3	Выполнение лабораторной работы и представление отчета	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 балла за своевременное выполнение и представление отчета по лабораторной работе -- 8 лабораторных работ в семестре – 32 балла;</li> <li>• 8.5 балла за содержание и оформление (цель работы, формулы, верные расчеты, иллюстрации, выводы) – 68 балла. Максимум 100 баллов.</li> </ul>
4	Сдача зачета/экзамена	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 баллов за ответ на теоретический вопрос (полнота владения терминологией, затраченное время). Всего два вопроса. Максимум 80 баллов.</li> <li>• 20 баллов за решение практического задания (задачи). Всего одна задача. Максимум 20 баллов.</li> </ul>
<b>Итого (%):</b>		100	

### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
1 – 16		
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

а) основная учебная литература

1. 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.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. 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.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Павлов А.И. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлов А.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30016.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

б) дополнительная учебная литература

1. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: сборник лабораторных работ для студентов технических направлений дневной и заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 62 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45072.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Качественный анализ катионов I, II и III групп: методические указания к лабораторным работам по аналитической химии для студентов дневного обучения факультета прикладной химии и экологии и факультета текстиля и одежды. / сост.: Е.Н. Голованов, Е.Л. Лысенко – СПб.: СПГУТД, 2010. - 0.9 п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=704](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=704)
3. Титриметрический анализ по методу нейтрализации: методические указания к лабораторным работам по аналитической химии для студентов дневного обучения факультета прикладной химии и экологии и факультета текстиля и одежды / сост.: Е.Н. Голованов, Е.Л. Лысенко - СПб.: СПГУТД. 2010. - 0.5п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=705](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=705)
5. . Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Способы выражения концентраций растворов: методические указания и варианты контрольных заданий для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки: 20.03.01. – техносферная безопасность; 38.03.07 – товароведение. / сост.: С.С. Лысова, Л.В. Мызников, Т.А. Старикова. СПб.: СПГУТД, 2015. – 1.6п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=2411](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2411)
- 6 . Ионнообменная хроматография: методические указания в интерактивном виде. / сост.: С.С. Лысова, Т.А. Старикова, Л.И. Холохонова, Ю.Э. Зевацкий. СПб.: СПГУТД, 2016. – 1.3п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=3162](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3162)
- 7 . Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Способы выражения концентрации растворов / сост.: Лысова С. С., Мызников Л. В., Старикова Т. А. СПб.: СПГУТД, 2015. – 1.6п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=2411](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2411)
8. Физико-химические методы анализа. УФ-видимая спектроскопия и фотокolorиметрия / сост.: Мызников Л.В., Лысова С.С. СПб.: СПГУТД, 2014. – 1.2п.л. URL: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=1843](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1843)

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

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа:[http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю

2. Караулова И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю

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

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>

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

1. Windows 10,
2. OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc

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

1. Специализированная химическая лаборатория.
2. Лабораторная посуда;
3. Химические реактивы;
4. Аналитические весы;
5. Электрические плитки;
6. Центрифуга;
7. Сушильный шкаф;
8. Вытяжной шкаф;
9. Дистиллятор
10. Муфельная печь.

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

- Плакаты  
 Плакаты на стендах  
 Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.  
 Таблицы на лабораторном стенде

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Для успешного освоения лекционного материала обучающимся рекомендуется конспектировать содержание лекции, подчеркивать основные положения, формулировки, выделять ключевые слова, термины. Для проверки и уточнения понятий, терминов пользоваться справочной литературой: словарем, энциклопедией и для закрепления этих сведений выписывать их в свой личный словарь.
Практические занятия	Закрепить теоретические положения курса, решить конкретные задачи, овладеть навыками анализа и обработки экспериментальных данных.
Лабораторные занятия	Выполнение лабораторных работ способствует закреплению теоретического материала, позволяет на практике, при решении конкретной задачи проверить некоторые теоретические положения, создает условия для овладения приемами и техникой химического эксперимента и методами анализа и обработки экспериментальных данных.
Самостоятельная работа	При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется предварительно изучить методические указания, установить цель работы, проанализировать формулы, необходимые для теоретического обоснования эксперимента, сформулировать ожидаемый результат. Подготовка к коллоквиуму и контрольным работам предполагает проработку лекционного материала на заданную тему, повторение формул, терминов, понятий, примеров решения задач на аудиторных занятиях и самостоятельное решение типовых задач, При подготовке к экзамену (зачету) необходимо проработать конспекты лекций и



86 - 100	5 (отлично)	Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы. Студент показывает правильное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, выбором нужных законов и формул для ее решения. Умеет правильно написать уравнения реакций.
75 – 85	4 (хорошо)	Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы. Студент показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Умеет правильно написать уравнения реакций.
61 – 74		Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Допускает погрешности при ответе на вопросы. Студент показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Затрудняется правильно написать уравнения реакций
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество принципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя. Студент показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.
40 – 50		Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки. Не понимает условие задачи, не может предложить варианты решения. Не знает свойств веществ. Не может написать уравнения реакций.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Не понимает условие задачи, не может предложить варианты решения. Не знает свойств веществ. Не может написать химические формулы.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.
40 – 100	Зачтено	Обучающийся выполнил все лабораторные работы, сдал все контрольные работы. На вопрос преподавателя дает полный ответ.
0 – 39	Не зачтено	Частично не выполнил лабораторные работы, не сдал контрольные работы. На вопросы преподавателя дает неправильный ответ.

## 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 зачету/экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Предмет аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Элементный, молекулярный, вещественный анализ; качественный и количественный анализ. Требования, предъявляемые к методам анализа (правильность, воспроизводимость, точность анализа, предел обнаружения, избирательность, специфичность).	1
2	Закон действующих масс. Сильные и слабые электролиты. Степень и константы диссоциации.	2
3	Применение закона действующих масс к растворам слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда.	2
4	Растворы сильных электролитов. Теория Дебая-Хюккеля. Активность иона, коэффициент активности иона.	2
5	Применение закона действующих масс к гетерогенным системам. Производство растворимости. Условия образования осадков.	3
6	Влияние различных факторов на растворимость труднорастворимых соединений. Солевой эффект.	3
7	Ионное произведение воды. Водородный показатель pH.	4
8	Кислотно-основная буферная система. Примеры буферных растворов. Механизм их действия. Буферная ёмкость.	6
9	Расчёт pH буферных растворов.	5
10	Гидролиз солей. Расчет pH растворов гидролизующихся солей.	5
11	Типы химических реакций, используемых в качественном анализе. Методы проведения качественного анализа. Дробный и систематический анализ.	7
12	Сероводородная (сульфидная) классификация катионов. Групповой реактив-осадитель. Качественный анализ смеси катионов I и II групп.	8
13	Аналитическая классификация анионов. Качественные реакции анионов I,II,III аналитических	9

	групп.	
14	Погрешности в количественном анализе (абсолютная погрешность, относительная погрешность, случайная ошибка, систематическая ошибка, промах).	10
15	Гравиметрический анализ. Общая характеристика. Этапы гравиметрического анализа.	11
16	Требования к осаждаемой и гравиметрической формам.	11
17	Условия получения аморфных и кристаллических осадков.	11
18	Расчеты в гравиметрическом анализе, фактор пересчета F.	11
19	Способы выражения концентраций растворов.	12
20	Молярная концентрация эквивалента (нормальность).	12
21	Титр раствора. Титр раствора по определяемому компоненту.	12
22	Классификация рабочих растворов по способу приготовления. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы.	13
23	Классификация титриметрических методов по способу титрования (метод замещения, прямого и обратного титрования).	12
24	Приёмы титрования. Метод пипетирования и метод отдельных навесок.	13
25	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Кривая титрования. Точка эквивалентности.	14
26	Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. Требования к ним.	14
27	Ионно-хромовая теория индикаторов.	14
28	Интервал перехода окраски и показатель титрования индикатора.	14
29	Построение кривых титрования и выбор индикатора: а) титрование сильных кислот сильными основаниями; б) титрование слабых кислот сильными основаниями; в) титрование слабых оснований сильными кислотами.	14
30	Окислительно-восстановительные реакции. Определение фактора эквивалентности и молярной массы эквивалента веществ в реакциях окисления-восстановления. Приведите примеры реакций.	15
31	Окислительно-восстановительные потенциалы и направление реакции.	15
32	Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия). Классификация методов окислительно-восстановительного титрования.	16
33	Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования. Принцип их действия.	16
34	Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление и хранение раствора $KMnO_4$ . Стандартизация раствора $KMnO_4$ по щавелевой кислоте или оксалату натрия. Определение восстановителей и окислителей. Иллюстрируйте примерами.	17
35	Йодометрия. Общая характеристика метода. Стандартизация раствора йода по тиосульфату натрия. Йодометрическое определение восстановителей и окислителей. Иллюстрируйте примерами.	18
36	Методы осадительного титрования. Классификация методов осадительного титрования в зависимости от используемых титрантов. Требования к реакциям и определяемым веществам.	19
37	Кривые осадительного титрования, их анализ.	19
38	Аргентометрия. Безиндикаторные (метод равного помутнения, метод до точки просветления) и индикаторные методы.	19
39	Осадительные, металло-хромные и адсорбционные индикаторы.	19
40	Комплексометрическое титрование. Комплексоны. Определение катионов металлов в растворе методом комплексометрического титрования.	20
41	Классификация физико-химических методов анализа.	21
42	Электрохимические методы анализа. Классификация.	22
43	Уравнение Нернста в потенциометрии. Классификация электродов. Индикаторные электроды и электроды сравнения.	22
44	Нахождение точки эквивалентности в потенциометрическом титровании. Кривые титрования в интегральном и дифференциальном виде.	22
45	Термические методы анализа. Кривые дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа.	23
46	Хроматография. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры. Анализ хроматограмм.	24
47	Ионообменная хроматография. Иониты. Регенерация ионитов. Обменная емкость ионитов. Устройство хроматографа для проведения хроматографии по типу ионного обмена.	25
48	Тонкослойная хроматография (ТСХ). Способы получения плоскостных хроматограмм. Идентификация пятен органических соединений. Анализ плоскостной хроматограммы. Коэффициент удерживания $R_f$ , качественный и количественный анализ.	26
49	Газовая хроматография. Устройство газового хроматографа. Способы детектирования.	27
50	Оптические (спектральные) методы анализа и их классификация.	28
51	Основные характеристики и природа света как электромагнитного излучения.	28
52	Области электромагнитного спектра. Монохроматическое и полихроматическое излучение.	28
53	Закон Бугера-Ламберта-Бера и его формулировка. Молярный коэффициент поглощения (коэффициент экстинкции вещества), его физический смысл. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения.	28
54	Закон аддитивности светопоглощения.	29
55	Измерение величины поглощения излучения. Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Абсорбционные и интерференционные светофильтры. Призмы и	29

	дифракционные решетки. Фотоэлементы.	
56	Фотоколориметрический метод анализа. Выбор светофильтров. Анализ смеси окрашенных веществ.	29
57	Спектрофотометрический метод анализа в видимой и ультрафиолетовой областях. Отличие от фотоколориметрии. 11. Требования к материалу кювет используемых при спектрофотометрии в УФ-области.	29
58	Основные методы количественного анализа в спектрофотометрии и фотоколориметрии (метод сравнения, метод калибровочного графика, метод добавок).	29
59	Абсорбционный метод анализа в инфракрасной (ИК) области спектра. Определение структуры соединения по его ИК-спектру.	30
60	Люминесценция – виды, применение для качественного и количественного анализа.	31

### 10.2.2 Варианты типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Уравняйте реакцию и рассчитайте молярную массу эквивалента хлорида алюминия (III) в реакции: $AlCl_3 + NaOH = Al(OH)_2Cl + NaCl$	$AlCl_3 + 2NaOH = Al(OH)_2Cl + 2NaCl$ $M_{эқв.}(AlCl_3) = 66,7 \text{ г/моль}$
2	Уравняйте окислительно-восстановительную реакцию и рассчитайте молярную массу эквивалента дихромата калия в реакции: $K_2Cr_2O_7 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$	$K_2Cr_2O_7 + 3Na_2SO_3 + 4H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$ $M_{эқв.}(K_2Cr_2O_7) = 49,03 \text{ г/моль}$
3	Вычислите молярную концентрацию раствора $H_2SO_4$ по его массовой доле 20 % и плотности 1,14 г/см <sup>3</sup> .	$C_M(H_2SO_4) = 2,32 \text{ моль/л}$
4	$T(H_2SO_4) = 0,004933 \text{ г/мл}$ . Вычислить молярную концентрацию раствора серной кислоты.	$C_M(H_2SO_4) = 0,05003 \text{ моль/л}$
5	Вычислить pH в 0,03 М водном растворе соляной кислоты.	pH = 1,52
6	Вычислить молярную концентрацию раствора NaOH, если pH этого раствора равен 11,3.	$C_M = 0,002 \text{ моль/л}$
7	Вычислить pH водного раствора KOH с массовой долей 0,19 %.	pH = 12,52
8	Рассчитать pH 0,025 М водного раствора уксусной кислоты.	pH = 3,17
9	Вычислить молярную концентрацию раствора $NH_4OH$ , если pH этого раствора 11,2. $K(NH_4OH) = 1,79 \cdot 10^{-5}$	$C_M = 0,14 \text{ моль/л}$
10	Вычислить pH раствора ацетатной буферной смеси, содержащей 0,20 М $CH_3COOH$ и 0,15 М $CH_3COONa$ . Константа диссоциации $CH_3COOH$ $1,86 \cdot 10^{-5}$ .	pH = 4,51
11	Вычислить молярную концентрацию раствора ацетата натрия, если pH этого раствора 9,22. $K(CH_3COOH) = 1,86 \cdot 10^{-5}$ .	$C_M = 0,5 \text{ моль/л}$
12	К 15 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты добавили 12 мл 0,15 М формиата калия. Вычислить pH буферного раствора.	pH = 4,33
13	Вычислить pH раствора, полученного при сливании 23 мл 0,13 М раствора NaCN и 10 мл 0,07 М раствора HCl.	pH = 9,65
14	Вычислить pH раствора, если к 50 мл 0,1 М раствора соляной кислоты добавлено 25 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия.	pH = 1,18
15	Вычислить молярную концентрацию HCl, если на титрование 46,76 мл этого раствора затрачивается 45,57 мл точно 0,1 М раствора KOH.	$C_M = 0,0977 \text{ моль/л}$
16	20 мл 0,2135 М раствора HCl нейтрализуется 15,35 мл раствора NaOH. Вычислить молярную концентрацию раствора гидроксида натрия.	$C_M = 0,2782 \text{ моль/л}$
17	Растворимость $Ag_2CrO_4$ равна $2,63 \cdot 10^{-2} \text{ г/л}$ . Вычислить произведение растворимости этой соли.	ПР = $2 \cdot 10^{-12}$
18	Вычислить молярную концентрацию ионов иода в насыщенном растворе $PbI_2$ . Произведение растворимости $PbI_2$ равно $8,7 \cdot 10^{-9}$ .	$C_M = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$
19	Вычислить произведение растворимости $MgNH_4PO_4$ , если в 500 мл воды растворяется 0,00433 г $MgNH_4PO_4$ .	ПР = $2,5 \cdot 10^{-13}$
20	Вычислить произведение растворимости $CaSO_4$ , если в 100 мл воды растворяется 0,1063 г $CaSO_4$ .	ПР = $6,1 \cdot 10^{-5}$
21	Вычислить произведение растворимости сульфата свинца (II), если в 200 мл его насыщенного раствора содержится 0,00899 г $PbSO_4$ .	ПР = $2,2 \cdot 10^{-8}$
22	Растворимость $CaC_2O_4$ составляет $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$ . Вычислить произведение растворимости этой соли.	ПР = $1,76 \cdot 10^{-9}$
23	Рассчитайте удельный коэффициент поглощения фенола, если известно, что его значение коэффициента экстинкции равно 6200.	$E_{cm}^{1\%} = 658,8 \text{ л} \cdot \%(\text{мас.})^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
24	Определите длину электромагнитной волны, если известна ее частота равная 2МГц.	$\lambda = 150 \text{ м}$

25	Рассчитайте концентрацию вещества в растворе, если коэффициент молярного поглощения при 450 нм равен 3200, оптическая плотность при этой длине волны 0,8, для измерений использовалась кювета толщиной 1 см.	$C_M = 2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л
----	--	----------------------------------

### 10.2.3. Варианты типовых практических заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	0,8 г гидроксида натрия поместили в мерную колбу на 200 мл. В мерную колбу добавили дистиллированной воды до метки. Рассчитайте массовую концентрацию полученного раствора.	$C(\text{NaOH}) = 4$ г/л
2	Сколько грамм хлорида калия и воды нужно для приготовления 300 г 10 %-го раствора?	$m(\text{KCl}) = 30$ г
3	Какую массу хромата калия нужно взять для приготовления 1,2 л 0,1 М раствора?	$m(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 23,3$ г
4	Определите массы исходных растворов с массовыми долями гидроксида натрия 5 и 40 %, если при их смешивании образовался раствор массой 210 г с массовой долей гидроксида натрия 10 %.	$m_1 = 30$ г $m_2 = 180$ г
5	Какой объем соляной кислоты плотностью 1,19 г/см <sup>3</sup> ( $\omega=38,82$ %) следует взять для приготовления 1500 мл 0,2 М раствора?	$V(\text{HCl}) = 24$ мл
6	Сколько миллилитров серной кислоты плотностью 1,84 г/см <sup>3</sup> требуется для приготовления 2,5 л 0,1 н раствора?	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14$ мл
7	Вычислить молярную концентрацию раствора HCl, если на титрование 0,1040 г Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> расходуется 25,14 мл этого раствора HCl.	$C_M = 0,0780$ моль/л
8	Какой объем 0,2 М раствора HCl нужно взять для нейтрализации 0,200 г х.ч. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	$V(\text{HCl}) = 18,87$ мл
9	Сколько миллилитров серной кислоты плотностью 1,84 г/см <sup>3</sup> требуется для приготовления 2,5 л 0,1 н раствора?	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14$ мл
10	0,8 г гидроксида натрия поместили в мерную колбу на 200 мл. В мерную колбу добавили дистиллированной воды до метки, какой массовой концентрации будет полученный раствор?	$C = 4$ г/л
11	Из 2,500 г х.ч. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> приготовлено 500 мл раствора. Вычислить титр этого раствора.	$T = 0,0050$ г/мл
12	Вычислить титр раствора KOH, если на титрование 23,45 мл этого раствора затрачивается 23,77 мл 0,1 М раствора HCl.	$T = 0,00568$ г/мл
13	Чему равен титр раствора AgNO <sub>3</sub> , если на титрование 36,48 мл этого раствора затрачено 25,63 мл раствора NaCl, содержащего 58 г NaCl в 500 мл?	$T = 0,2369$ г/мл
14	Вычислить нормальную концентрацию раствора AgNO <sub>3</sub> , если на титрование 0,1492 г химически	
15	Какой объем 0,1 н. раствора KMnO <sub>4</sub> потребуется для окисления 0,2 г Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> в кислой среде?	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 29,85$ мл
16	Вычислите молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,24 мг меди в 250 мл, при толщине слоя кюветы 2 см равна 0,14.	$\epsilon = 4630$ л·моль <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>
17	Вычислите оптическую плотность раствора, содержащего 0,015 г MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> в 100 мл, при толщине слоя кюветы 1 см, если молярный коэффициент поглощения равен 2420.	$A = 3,05$
18	Определите толщину слоя окрашенного 2,5 · 10 <sup>-4</sup> моль/л раствора Al <sup>3+</sup> с оксихинолином с оптической плотностью равной 0,836, если молярный коэффициент поглощения равен 6700.	$L = 0,5$ см
19	Определите концентрацию раствора азобензола, если оптическая плотность этого раствора равна 0,356 при толщине слоя кюветы 5 см, а молярный коэффициент поглощения равен 1100.	$C_M = 6,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л
20	Вычислите оптическую плотность 5 · 10 <sup>-4</sup> М раствора фенола при толщине поглощающего слоя 1 см, если молярный коэффициент поглощения равен 1450.	$A = 0,725$
21	В наборе фотоколориметрических измерений имеются кюветы с рабочей длиной, равной: 0,5; 1; и 5 см. Какую кювету следует использовать для измерения оптической плотности $D = (0,40 -$	$L = 1$ см

	0,45) для раствора содержащего $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л ионов $\text{Co}^{2+}$ , если молярный коэффициент поглощения составляет $4 \cdot 10^4$ ?	
22	В образце легированной стали массой 1,0 г содержится марганец. После окисления марганца до марганцевой кислоты и разбавления полученного раствора до 500 мл. поглощение при длине волны 540 нм. В кювете с толщиной слоя 2,0 см оказалось равным 0,68. Определить процентное содержание марганца в стали, если при $\lambda=540$ нм, молярный коэффициент поглощения марганца равен 3000.	$\omega(\text{Mn}) = 0.316 \%$
23	Коэффициент молярного поглощения комплексного соединения алюминия с ализарином равен $1,6 \cdot 10^4$ при длине волны 485 нм. Какую кювету необходимо выбрать для фотометрирования, чтобы оптическая плотность раствора была не менее 0,3 при содержании алюминия $10^{-5}$ моль/л.	выбираем кювету толщиной 2 см.
24	Вычислите потенциал медного электрода в растворе 0.001 М по хлориду меди относительно водородного электрода при 25 °С:	0.25 В
25	Электродвижущая сила элемента: $\text{Pt}(\text{H}_2)   \text{исслед. раствор}   1\text{н. каломельный электрод}$ при 25 °С равна 0.571в. Вычислите pH раствора.	pH = 4.92

**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 / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

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

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

**10.3.3. Особенности проведения экзамена (зачета)**

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 60 минут.