

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2021 13:23:30  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализации программ специалитета:

**Все специализации**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **аналитической химии**

Санкт-Петербург

2017

Код Б1.Б.9

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Зарембо Д.В.

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» обсуждена на заседании кафедры аналитической химии  
протокол от 18 мая 2017 № 6  
Заведующий кафедрой

В.И. Зарембо

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от 18 мая 2017 № 9

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»		В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-2</b>	способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	<b>Знать:</b> основные виды аналитического оборудования <b>Уметь:</b> применять основные законы аналитической химии при анализе полученных результатов <b>Владеть:</b> законами, на которых основываются химические и физико-химические методы анализа
<b>ПК-11</b>	способностью применять современные методы исследования, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	<b>Знать:</b> химические и физико-химические методы исследования химических веществ <b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания для обоснования выбора метода анализа <b>Владеть:</b> навыками выполнения стандартных операции в зависимости от вида анализа

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к базовым дисциплинам (Б1.Б.9) и изучается на 2 курсе в 3 семестре и 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>148</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	108
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	108
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>68</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр, тестирование
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Аналитическая химия	18	-	54	34	ОПК-2, ПК-11
2.	Физико-химические методы анализа	18	-	54	34	ОПК-2, ПК-11

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение в аналитическую химию.</u> Предмет, цели, области применения, классификация видов и методов современной аналитической химии. Классификация по видам анализа: качественный и количественный; по природе обнаруживаемых или определяемых компонентов; по природе анализируемых объектов; по массе аналитической навески и диапазону определяемых содержаний.	1	-
1	<u>Метрологические основы аналитической химии.</u> Единицы количества вещества. Аналитический сигнал. Измерение. Аналитические характеристики. Метрологические характеристики. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу.	1	-
1	<u>Качественный анализ.</u> Качественные методы анализа. Обнаружение индивидуальных катионов и анализ смесей катионов. Обнаружение индивидуальных анионов и анализ смесей катионов.	2	Видеоматериал

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Гравиметрический анализ.</u> Сущность и основные этапы метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы соединений, требования, предъявляемые к ним. Принцип вычисления результатов анализа. Применение гравиметрии.	2	-
1	<u>Равновесие растворимости малорастворимых соединений.</u> Растворимость осадков. Термодинамическая, концентрационная, условная константы растворимости. Образование и свойства осадков.	2	-
1	<u>Титриметрический анализ.</u> Сущность и краткая характеристика метода. Основные понятия. Кривая титрования как основа выбора и обоснования условий титрования. Методы регистрации конечной точки титрования. Индикаторы. Классификация титриметрических методов анализа по типу химических реакций и по технике титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе.	2	Видеоматериал
1	<u>Кислотно-основное титрование.</u> Общая характеристика и возможности метода. Стандартные растворы для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы. Принципы их выбора. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований.	2	Слайд-презентация
1	<u>Комплексометрическое титрование.</u> Общая характеристика, классификация и возможности метода. Равновесие реакций комплексообразования. Комплексоны, их свойства (комплексон II, комплексон III). Равновесия образования комплексонов металлов, концентрационная константа устойчивости комплексонов. Кривые титрования.	2	Видеоматериал
1	<u>Окислительно-восстановительное титрование.</u> Общая характеристика, классификация и возможности методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный и формальный электродный потенциал Кривые титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования.	4	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Основы физико-химических методов анализа.</u> Основные понятия. Классификация физико-химических методов. Методы определения концентраций аналитов. Метрологические и аналитические характеристики.	1	-
2	<u>Спектроскопические методы анализа.</u> Стационарные состояния системы. Понятие спектра. Способы выявления спектра состояний. Виды спектров. Использование спектров в аналитической химии. Классификация спектральных методов анализа.	1	Слайд-презентация
2	<u>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</u> Теоретические основы эмиссионного спектрального анализа. Источники атомизации и возбуждения. Регистрация излучения. Качественный анализ. Количественный анализ.	2	Слайд-презентация
2	<u>Абсорбционная спектроскопия.</u> Сущность, классификация, назначение и применение метода. Теоретические основы абсорбционной спектроскопии. Идентификация соединений по спектрам поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Количественный анализ.	1	Слайд-презентация
2	<u>Атомно-абсорбционный спектральный анализ.</u> Резонансное излучение. Понятие плазмы. Методы количественного определения. Спектрофотометр для атомно-абсорбционного анализа.	1	Слайд-презентация
2	<u>Фотометрические методы анализа.</u> Основы фотометрии. Методы определения концентрации растворов. Аппаратура и техника фотометрических измерений.	2	Слайд-презентация
2	<u>Инфракрасная спектроскопия.</u> Идентификация соединений по ИК-спектрам. Количественный анализ. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии. Аппаратура и области применения ИК-спектроскопии.	2	Слайд-презентация
2	<u>Люминесцентные методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация, назначение и применение методов. Количественное флуориметрическое определение веществ. Аппаратура для люминесцентного анализа.	2	Слайд-презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Радиометрические методы анализа.</u> Явление радиоактивности. Радиоактивное излучение. Свойства радиоактивных излучений. Качественный и количественный анализ. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики.	2	Слайд-презентация
2	<u>Электрохимические методы анализа.</u> Основные понятия. Потенциометрия. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Кулонометрия.	2	Слайд-презентация
2	<u>Хроматографические методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация хроматографических методов анализа. Способы получения хроматограмм. Жидкостная хроматография. Газовая и газо-жидкостная хроматография.	2	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Аналитические весы и техника взвешивания.	4	
1	Гравиметрическое определение бария.	16	
1	<u>Методы кислотно-основного титрования.</u> - Стандартизация раствора соляной кислоты. - Титрование смеси щелочи и соды применением двух индикаторов.	14	
1	<u>Комплексонометрия.</u> Комплексонометрическое определение магния.	8	
1	<u>Йодометрия.</u> - Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. - Йодометрическое определение меди.	12	
2	<u>Атомно-эмиссионный спектральный анализ.</u> - Визуальный качественный анализ с помощью стилоскопа.	8	
2	<u>Инфракрасная спектроскопия.</u> Качественный анализ неорганических и органических веществ по ИК-спектрам	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Фотометрическое определение железа.	8	
2	Флуориметрическое определение следовых количеств алюминия.	8	
2	Кулонометрическое титрование раствора хлороводородной кислоты.	8	
2	Определение йодид - и бромид-ионов методом бумажной осадочной хроматографии.	8	
2	Радиометрическое определение примеси калия в натриевых солях.	6	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Метрологические основы аналитической химии. Метрологические характеристики (диапазон определяемых содержаний, нижняя граница определяемых содержаний, предел обнаружения, воспроизводимость, правильность).	2	Устный опрос №1
1	Качественный анализ. Анализ мокрым и сухим путем.	2	Устный опрос №1
1	Гравиметрический анализ. Образование осадков и их свойства. Загрязнение осадков примесями. Принципиальные основы гравиметрического определения бария, железа, алюминия, магния, кальция, никеля, кремния, фосфора, серы.	4	Устный опрос №2
1	Равновесие растворимости малорастворимых соединений. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость.	2	Устный опрос №2
1	Титриметрический анализ. Общие подходы к выбору титриметрического метода анализа. Расчет метрологических характеристик результатов прямого титрования.	2	Устный опрос №3
1	Кислотно-основное титрование. Расчет кривой титрования сильного основания сильной кислотой. Расчет кривой титрования слабого основания сильной кислотой.	4	Устный опрос №3

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Метод осадительного титрования. Аргентометрическое титрование. Сущность метода, способы индикации конечной точки титрования (Мора, Фольгарда, Фаянса).	8	Устный опрос №3
1	Комплексонометрическое титрование. Основные способы повышения селективности комплексонометрических определений. Возможность последовательного титрования нескольких катионов. Методы комплексонометрического титрования.	4	Устный опрос №3
1	Окислительно-восстановительное титрование. Характеристика методов окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия).	6	Устный опрос №3
2	Основные понятия и метрологические основы физико-химических методов анализа.	2	-
2	Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа. Оптические характеристики спектральных приборов: спектральная полоса пропускания; дисперсия, разрешающая способность, светосила.	4	Тестирование 1
2	Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Понятие плазмы. Оптические характеристики плазмы и их связь с концентрацией свободных атомов.	4	Тестирование 1
2	Люминесцентные методы анализа. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения. Аппаратура для люминесцентного анализа.	4	Тестирование 2
2	Фотометрические методы анализа. Аппаратура и техника фотометрических измерений; монохроматоры, светофильтры, их назначение. Методы устранения мешающих ионов. Способы повышения чувствительности фотометрических методов.	4	Тестирование 3
2	Инфракрасная спектроскопия. Аппаратура ИК-спектроскопии. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии.	4	Тестирование 4

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Электрохимические методы анализа. Электроды первого и второго рода, окислительно-восстановительные (редокс) электроды. Газовые, ионоселективные электроды, индикаторные электроды и электроды сравнения.	4	Тестирование 5
2	Радиометрические методы анализа. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики. Основные источники ошибок и способы их учета.	4	Тестирование 6
2	Хроматографические методы анализа. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Селективность и разрешение. Аппаратура и обработка хроматограмм.	4	Тестирование 7

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technology.edu.ru>

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по разделу «Аналитическая химия» в 3 семестре и зачета по разделу «Физико-химические методы анализа» в 5 семестре.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями).

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете по разделу «Аналитическая химия»:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.</li> <li>2. Способы выражения концентрации стандартных растворов.</li> <li>3. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.</li> </ol>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Пример варианта вопросов на зачете по разделу «Физико-химические методы анализа»:

Вариант № 1

1. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
2. Способы классификации хроматографических методов анализа.
3. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Аналитическая химия: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 3 т. / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 - 2010. – 3 т.
2. Основы аналитической химии: Учебник в 2 т. Т. 1. Большова Т.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В., Золотов Ю.А. и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 5-е изд. – М.: Академия, 2012. – 384с.
3. Основы аналитической химии: Учебник в 2 т. Т. 2. Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Борзенко А.Г., Гармаш А.В., Золотов Ю.А. и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 5-е изд. – М.: Академия, 2012. – 408с.
4. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – 7-е изд., перепеч. с изд. 1989г. – М.: Альянс, 2007. – 447 с.
5. Булатов, М.И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев, С.В. Харитонов. – СПб.: Наука, 2010. – 208с. + ЭБ
6. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Текст лекций: учеб. пособие / Н.П. Муховикова, Л.М. Аладжалова, Н.В. Абовская, Т.Э. Маметнабиев; СПбГТИ (ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2007. – 76с. + ЭБ
7. Калинин, И.П. Титриметрические методы анализа. Примеры решения задач: учеб. пособие / И.П. Калинин, Т.Э. Маметнабиев. – 3-е изд., перераб. и доп.; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2013. – 85с. + ЭБ
8. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учеб. пособие / Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо, Д.В. Зарембо, А.А. Колесников; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2013. – 85с. + ЭБ

**б) дополнительная литература:**

1. Калинин, И.П. Титриметрические методы анализа: метод. указания / И.П. Калинин, Т.Э. Маметнабиев; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2008. – 45с. + ЭБ
2. Абовская, Н.В. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу: метод. указания / Н.В. Абовская, Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2011. – 17с. + ЭБ + 2013 ЭБ
3. Колесников, А.А. Элементарные методы обработки результатов эксперимента: метод. указания / А.А. Колесников; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2010. – 22с. + ЭБ + 2013 ЭБ
4. Булатов, М.И. Фотометрические методы анализа: учеб. пособие / М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2008. – 92с. + ЭБ
5. Аладжалова, Л.М. Комплексонометрия: практикум / Л.М. Аладжалова, Д.В. Зарембо; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2017. – 17с. + ЭБ

#### **в) вспомогательная литература:**

1. Пупышев, А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А.А. Пупышев. – М.: Техносфера, 2009. – 784с.
2. Бёккер, Ю. Спектроскопия / Ю. Беккер; пер. с нем. Л.Н. Казанцевой, под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. – М.: Техносфера, 2009. – 527с.
3. Мак-Махон, Дж. Аналитические приборы / Дж. Мак-Махон. – СПб.: Профессия, 2009. – 351с.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: В 2т. Т.1. Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Дворкин В.И. / Под ред. А.А. Ищенко. – М.: Академия, 2010. – 352с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: В 2т. Т.2. Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштрах М.А. / Под ред. А.А. Ищенко. – М.: Академия, 2010. – 412с.
6. Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - 2-е изд., испр. – М.: Техносфера, 2006. – 543 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
ЭБС «Лань»

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

##### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
видеоматериалы.

### **10.2. Программное обеспечение.**

OpenOffice – свободный пакет офисных приложений.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 40 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются лаборатория химических методов анализа, оснащенная аналитическими весами, химической посудой, сушильными шкафами, муфельными печами, бюретками, и лаборатория физико-химических методов анализа, оборудованная фотоколориметрами, пересчетными системами, флуориметрами, стилоскопами, рН-метрами, фотометрами пламенными, хроматографами, кулонометрами, а также компьютерный класс с персональными компьютерами.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Компетенции		
Индекс	Формулировка <sup>2</sup>	Этап формирования <sup>3</sup>
ОПК-2	<b>способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов</b>	промежуточный
ПК-11	<b>способностью применять современные методы исследования, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</b>	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает сущность основных химических методов анализа	Правильные ответы на вопросы № 1-9, 12, 17-36, 38-40, 42-48 раздела 1 к зачету	ОПК-2, ПК- 11
	Умеет выбирать и применять стандартные методики химического анализа для количественного определения веществ	Правильные ответы на вопросы № 16, 49-57 раздела 1 к зачету	ОПК-2
	Владеет навыками проведения гравиметрического и титриметрического анализа	Правильные ответы на вопросы № 10, 11, 13-15, 37, 41 раздела 1 к зачету	ПК-11

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 2	Знает сущность основных физико-химических методов анализа	Правильные ответы на вопросы № 4, 11-12, 14-19, 21-30, 33, 34, 40-44, 48-50, 58, 60-69 раздела 2 к зачету	ОПК-2, ПК-11
	Умеет обосновать выбор метода анализа в зависимости от содержания определяемого вещества, природы анализируемого объекта.	Правильные ответы на вопросы № 5, 20, 45-47, 51-54, 59 раздела 2 к зачету	ОПК-2, ПК-11
	Умеет прогнозировать оптимальные условия проведения анализа	Правильные ответы на вопросы № 1-3, 6, 8-10 раздела 2 к зачету	ПК-11
	Умеет оценивать метрологические характеристики результатов анализа	Правильные ответы на вопросы № 31, 32, 70 раздела 2 к зачету	ОПК-2
Владеет навыками работы с оборудованием для проведения физико-химических методов анализа.	Правильные ответы на вопросы № 7, 13, 35-39, 55-57 раздела 2 к зачету	ОПК-2, ПК-11	

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### 3.1 Вопросы к зачету

##### Раздел 1. «Аналитическая химия»

1. Сущность гравиметрического анализа. Методы отгонки и осаждения. Краткая характеристика основных стадий в методе осаждения.
2. Принцип вычисления результатов гравиметрического анализа. Понятие о гравиметрическом факторе.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
4. Термодинамическая и концентрационная константа растворимости (произведение растворимости). Растворимость осадка.
5. Условие образования и растворения осадка. Условие количественного осаждения определяемого иона.

6. Растворимость осадка в его насыщенном растворе при отсутствии избытка осадителя и при избытке осадителя.
7. Влияние посторонних электролитов (ионной силы раствора) на растворимость осадка. «Солевой эффект».
8. Влияние температуры и природы осадителя на растворимость осадка.
9. Влияние pH и конкурирующих реакций комплексообразования на растворимость осадка (качественный аспект).
10. Условия получения кристаллических осадков. Способы укрупнения частиц. Старение (созревание) кристаллических осадков. Осаждение из гомогенных растворов.
11. Условия получения аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов. Пептизация осадка.
12. Загрязнение осадков примесями. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Послеосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
13. Фильтрование осадков. Виды фильтров.
14. Промывание осадков. Требования, предъявляемые к жидкости для промывания кристаллических и аморфных осадков.
15. Высушивание и прокаливание осадков.
16. Принципиальные основы методов гравиметрического определения. Схема анализа, уравнение реакций, структура осадка, обоснование условий получения осаждаемой и гравиметрической форм осадка (численные значения рецептуры не запоминать), принципы загрязнения осадка и меры по его устранению, выбор промывной жидкости, вычисление результатов анализа при определении следующих веществ:
  - а) бария в виде сульфата бария;
  - б) серы в растворимых сульфатах;
  - в) кальция оксалатным методом;
  - г) магния фосфатным методом;
  - д) кальция и магния при совместном присутствии;
  - е) никеля в стали;
  - ж) алюминия (осадитель – гидроксид аммония; 8-окихинолин);
  - з) железа в соли Мора (осадитель – гидроксид аммония);
  - и) хлора в растворимых хлоридах.
17. Сущность титриметрического анализа (ТА).
18. Требования к реакциям, используемым в ТА.
19. Основные понятия ТА: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, эквивалент, число и фактор эквивалентности.
20. Способы приготовления стандартных растворов. Расчеты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
21. Первичные стандарты (установочные вещества) и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты, фиксаналы (стандарт-титры).
22. Способы отдельных навесок и пипетирования.
23. Способы выражения концентрации стандартных растворов.
24. Классификация титриметрических методов по типу реакции титрования и по технике титрования.
25. Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
26. Расчет результатов прямого, обратного титрования и титрования заместителя. Принцип эквивалентности (закон эквивалентов).
27. Сущность метода кислотно-основного титрования.
28. Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
29. Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).

30. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину. Расчет скачка титрования при заданной допустимой погрешности титрования.
31. Кислотно-основные индикаторы. Ионная теория индикаторов.
32. Интервал перехода окраски двухцветных индикаторов и показатель титрования. Принцип выбора кислотно-основного индикатора.
33. Сущность метода осадительного титрования на примере аргентометрического титрования.
34. Определение хлорид-ионов методом аргентометрического титрования по способу Мора, Фольгарда и Фаянса.
35. Сущность метода комплексонометрического титрования.
36. Комплексоны II (ЭДТУК) комплексоны III (ЭДТА) и их свойства. Формы ионного состояния ЭДТА в зависимости от pH раствора.
37. Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА, установочные вещества.
38. Реакции комплексообразования ионов металлов разного заряда с ЭДТА. Строение комплексонов металлов.
39. Факторы, влияющие на устойчивость комплексонов металлов.
40. Металлохромные индикаторы и принцип их действия на примере эриохромового черного Т.
41. Техника комплексонометрического титрования: прямое обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких способов титрования (определение ионов цинка, магния, анионов, органических соединений, жесткости воды).
42. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования.
43. Окислительно-восстановительные реакции и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Уравнение Нернста.
44. Стандартный, нормальный и условный (формальный, реальный) ОВП.
45. Факторы, влияющие на величину ОВП (pH раствора, образование малорастворимых соединений и др.).
46. Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
47. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.
48. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические.
49. Перманганатометрия. Стандартный раствор  $KMnO_4$ , его приготовление, стандартизация и хранение.
50. Определение восстановителей методом прямого перманганатометрического титрования (на примере  $Fe(II)$ ).
51. Определение окислителей методом обратного перманганатометрического титрования (на примере  $MnO_2$ ).
52. Перманганатометрическое определение ионов металлов, образующих малорастворимые оксалаты, методом титрования заместителя (на примере  $Ca(II)$ ).
53. Йодометрия. Стандартный раствор иода ( $I_2$ ), приготовление, стандартизация.
54. Йодометрическое определение восстановителей (на примере  $As(III)$ ).
55. Йодометрия. Стандартный раствор тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), его приготовление, стандартизация и хранение.
56. Йодометрическое определение окислителей способом титрования заместителя (на примере  $As(V)$ ,  $Cu(II)$ ; сильных кислот; ионов металлов ( $Ba(II)$ ,  $Pb(II)$ ), образующих малорастворимые хроматы).
57. Дихроматометрия. Определение  $Fe(II)$ .

## Раздел 2. «Физико-химические методы анализа»

1. Электронные спектры поглощения молекул

2. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Правило аддитивности оптических плотностей.
3. Прочность окрашенных соединений и ее влияние на чувствительность и точность фотометрических определений
4. Постоянство состава окрашенных соединений. Причины нарушения состава и условия фотометрирования, обеспечивающие относительное постоянство состава окрашенных соединений.
5. Спектрофотометрический и фотоколориметрический анализы. Различие. Преимущество.
6. Спектральная область, в которой необходимо проводить фотометрическое определение. Возможные варианты.
7. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
8. Выбор реагента для проведения фотометрического анализа. Критерии выбора.
9. Влияние рН раствора на результаты фотометрического определения.
10. Выбор оптимальных условий проведения фотометрического анализа.
11. Механизм возникновения ИК-спектров.
12. Какие типы колебаний могут присутствовать в молекуле? Какие колебания атомов в молекуле проявляются в ИК- спектре.
13. Устройство и принцип действия ИК- спектрометра
14. Охарактеризуйте источники ИК – излучения. Какие требования к ним предъявляются.
15. Что такое характеристические частоты и от чего зависит их положение в ИК – спектре?
16. Что такое “область отпечатков пальцев”? Для чего она используется.
17. На чем основан качественный анализ методом ИК – спектроскопии? Как проводится определение качественного состава смеси веществ, идентификация чистого вещества.
18. На чем основан количественный анализ методом ИК- спектроскопии одного вещества и смесей веществ.
19. Понятие люминесценции.
20. Какова классификация методов люминесценции спектроскопии
21. Какой вид имеют спектры люминесценции молекул.
22. Сформулируйте правило Стокса - Ломмеля
23. Какова связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы. Правило зеркальной симметрии (правило Левшина)
24. Виды тушения люминесценции.
25. Что такое квантовый выход люминесценции. Пути его повышения.
26. Как определяют концентрацию вещества по его люминесценции?
27. Каков механизм возникновения атомных эмиссионных спектров
28. Что такое ширина спектральной линии. Какие виды уширения спектральной линии Вы знаете.
29. Что является аналитическим сигналом для качественного и количественного спектрального анализа
30. Выбор линии для количественного определения элемента
31. Спектральные помехи влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета
32. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
33. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе
34. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода
35. Что такое атомизатор. Его роль в атомно-эмиссионном анализе

36. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
37. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.
38. Индуктивно- связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
39. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение
40. Методы регистрации спектров. Сравните их достоинства и недостатки
41. Виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада
42. Закон радиоактивного распада. Дайте определение постоянной распада, периода полураспада.
43. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
44. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности
45. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
46. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
47. Метод изотопного разбавления. Особенности, преимущество и недостатки метода.
48. Способы классификации хроматографических методов анализа
49. Виды хроматограмм. Способ их представления
50. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества
51. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
52. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
53. Осадочная хроматография и ее варианты.
54. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
55. Газовый хроматограф и его основные узлы.
56. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
57. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.
58. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.
59. Классификация электрохимических методов анализа.
60. Прямая потенциометрия (ионометрия).
61. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
62. Полярографический анализ. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.
63. Что является основой качественного полярографического анализа. Полярографический спектр.
64. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
65. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
66. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
67. На чем основан кулонометрический анализ. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.
68. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.
69. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.
70. Метрологические и аналитические характеристики физико-химических методов.

## 4. Темы курсовых работ или проектов, контрольные работы, задачи

### 4.1 Примеры заданий для тестирования.

#### 1. Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:

1.1 Какое явление используют при косвенном люминесцентном определении веществ?

- а) Явление внутреннего фильтра
- б) Концентрационное тушение люминесценции
- в) Тушение люминесценции посторонними веществами
- г) Ионобменные химические реакции, протекающие с образованием люминесцирующего вещества

1.2 Сущность рентгено-флуоресцентного анализа:

- а) Рентгеновское излучение используется как источник возбуждения молекул определяемого соединения и возникающая при этом люминесценция пропорциональна их концентрации.
- б) Спектры рентгеновского излучения являются основой качественного анализа веществ
- в) Интенсивность поглощенного рентгеновского излучения пропорциональна концентрации поглощающего это излучение вещества.
- г) Рентгено-флуоресцентный метод основан на вторичной эмиссии рентгеновских лучей при облучении образца полихроматическим рентгеновским излучением.

1.3 В чем основное преимущество метода изотопного разбавления?

- а) метод обладает высокой чувствительностью
- б) метод не требует количественного выделения определяемого компонента
- в) метод не требует высокой чистоты применяемых реактивов
- г) метод обладает высокой селективностью

1.4 Какая величина является аналитическим сигналом при количественном вольтамперометрическом определении?

- а) величина потенциала
- б) величина предельного диффузионного тока
- в) величина потенциала полуволны
- г) величина потенциала концентрационной поляризации

1.5 Временя удерживания в хроматографии это:

- а) время, в течение которого вещества находятся в испарителе хроматографа
- б) время, в течение которого хроматографируемые вещества находятся в поглотителе-сорбенте хроматографа
- в) время, в течение которого хроматографируемые вещества находятся в рабочей камере детектора хроматографа
- г) время, в течение которого анализируемый компонент полностью десорбируется («выходит») из поглотителя-сорбента хроматографа

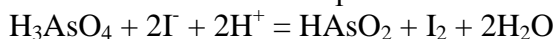
#### 2. Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-11:

2.1 При промывании осадка сульфата бария для уменьшения потерь за счет растворимости, следует использовать промывную жидкость следующего состава:

- а) дистиллированную воду
- б) раствор нитрата калия
- в) разбавленный раствор серной кислоты

г) концентрированный раствор соляной кислоты

2.2 В какой среде следует проводить определение As(III) методом окислительно-восстановительного титрования с использованием реакции



а) в нейтральной

б) в сильно кислой

в) в щелочной

г) значение pH среды не влияет на определение As(V) по этой реакции

2.3 С какой целью измеряют оптическую плотность одного и того же раствора в кюветах с различной толщиной поглощающего слоя?

а) для получения более точных результатов,

б) для выяснения соблюдения основного закона светопоглощения,

в) для исключения систематических погрешностей,

г) для уменьшения влияния посторонних веществ, присутствующих в растворе

2.4 При какой кислотности раствора целесообразно проводить фотометрические реакции ионов металлов с анионами сильных кислот?

а) в нейтральных средах,

б) при любых значениях pH,

в) в достаточно кислых средах,

г) в узком интервале pH, где побочные реакции ионов металлов и реагента протекают в наименьшей степени.

2.5 Спектр люминесценции это:

а) Распределение интенсивности люминесценции по длинам волн  $\lambda_{\text{изл}}$  или частотам  $\nu_{\text{изл}}$  излучаемого свечения.

б) Распределение интенсивности люминесценции по длинам волн  $\lambda_{\text{возб}}$  или частотам  $\nu_{\text{возб}}$  возбуждающего света.

в) Зависимость интенсивности люминесцирующего вещества от концентрации исследуемого вещества.

г) Зависимость интенсивности люминесцирующего вещества от содержания примесей в образце.

## 4.2 Примеры вариантов контрольных работ.

Контрольная работа №1.

1. Из образца технического сульфида натрия, массой 0,2135 г после ряда операций получено 0,4621 сульфата бария. Вычислить массовую долю сульфида натрия и серы в образце.

2. Какой катион будет осаждаться первым при постепенном прибавлении разбавленного раствора сульфата аммония к раствору, содержащему 20 мг/л ионов бария и 500 мг/л ионов свинца? При какой концентрации сульфат-ионов начнётся образование второго осадка? Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Для  $\text{PbSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .

3. Вычислить растворимость хромата бария ( $\text{BaCrO}_4$ ) при  $\text{pH} = 1$ . Сравнить с растворимостью в воде. Для  $\text{BaCrO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,2 \cdot 10^{-10}$ . Ступенчатые константы диссоциации хромовой кислоты ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ):  $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-1}$  и  $K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .

### Контрольная работа №2.

1. Какой объем раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  12% и плотностью  $0,95 \text{ г/см}^3$  требуется для приготовления 8,0л 2,0М раствора? Какое значение имеет титр приготовленного раствора аммиака по хлороводородной кислоте ( $T_{\text{NH}_3/\text{HCl}}$ )?
2. К 20,00мл анализируемого раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прилили 30,00мл 0,2040М стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и удалили  $\text{CO}_2$  кипячением. На титрование остатка кислоты пошло 15,12мл стандартного раствора  $\text{NaOH}$ . Установлено, что 1,000мл раствора  $\text{NaOH}$  эквивалентен 1,010мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить молярную концентрацию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в анализируемом растворе. Напишите уравнения реакций.
3. Рассчитать и построить кривую титрования 10мл 0,1М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  (для  $\text{NH}_4\text{OH}$   $K=1,76 \cdot 10^{-5}$ ) 0,1М раствором  $\text{HCl}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования (КТТ)?

### Контрольная работа №3.

1. К 0,2132 г руды с массовой долей  $\text{MnO}_2$  8,68% добавили серную кислоту и 19,65 мл 0,1215н. раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Какой объем раствора  $\text{KMnO}_4$  пойдет на титрование избытка  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , если по данным другого анализа на 25,00 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  идет 21,44 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ ? Напишите уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 90\%$ ;  $100\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) стандартным раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ).
3. Уравнение Нернста. Формальный потенциал. Влияние образования труднорастворимых соединений на значение потенциала (осадок образует восстановленная форма пары).

### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.