

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Фармацевтический факультет

Кафедра аналитической химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### **Б1.О.16 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Специальность: 33.05.01 Фармация

Специализация: Фармация

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Провизор

Год набора: 2023

Срок получения образования: 5 лет

Объем: в зачетных единицах: 10 з.е.  
в академических часах: 360 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры аналитической химии, кандидат химических наук Алексеева Г. М.

Доцент кафедры аналитической химии, кандидат химических наук Веренцова Л. Г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 33.05.01 Фармация, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 №219, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н; "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по валидации (квалификации) фармацевтического производства", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 434н; "Специалист по промышленной фармации в области обеспечения качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 429н; "Провизор", утвержден приказом Минтруда России от 09.03.2016 № 91н; "Специалист в области управления фармацевтической деятельностью", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 428н; "Провизор-аналитик", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 427н; "Специалист в области клинической лабораторной диагностики", утвержден приказом Минтруда России от 14.03.2018 № 145н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	фармацевтический факультет	Ответственный за образовательную программу	Жохова Е. В.	Согласовано	18.04.2023
2	Кафедра аналитической химии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Алексеева Г. М.	Рассмотрено	23.05.2023, № 9
3	Методическая комиссия УГСН 33.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Жохова Е. В.	Согласовано	28.06.2023, № 10

**Согласование и утверждение образовательной программы**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	фармацевтический факультет	Декан, руководитель подразделения	Ладутько Ю. М.	Согласовано	18.04.2023

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### *Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

ОПК-1.2 Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

#### *Знать:*

ОПК-1.2/Зн18 Знает основные закономерности химических равновесий в растворах.

ОПК-1.2/Зн19 Знает теоретические основы физико-химических методов анализа.

ОПК-1.2/Зн20 Знает методы, приемы и способы выполнения химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов.

ОПК-1.2/Зн21 Знает методы, приемы и способы выполнения физико-химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов.

ОПК-1.2/Зн22 Знает основное оборудование и реактивы для проведения химических методов анализа.

ОПК-1.2/Зн23 Знает основное оборудование и реактивы для проведения физико-химических методов анализа и принцип их работы.

#### *Уметь:*

ОПК-1.2/Ум7 Умеет выбрать и обосновать метод и способ проведения анализа в зависимости от свойств анализируемого объекта.

ОПК-1.2/Ум8 . Умеет работать на аналитическом оборудовании, используемом для качественного и количественного анализа при выполнении химических методов анализа.

ОПК-1.2/Ум9 Умеет работать на аналитических приборах, используемых при выполнении физико-химических методов анализа.

ОПК-1.2/Ум10 Умеет оформить результаты анализа.

ОПК-1.4 Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе разработки лекарственных средств, а также исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

#### *Знать:*

ОПК-1.4/Зн4 Знает метрологические характеристики химического анализа.

ОПК-1.4/Зн5 Знает основные способы расчета результатов химического анализа.

ОПК-1.4/Зн6 Знает основные способы расчета результатов физико-химического анализа.

#### *Уметь:*

ОПК-1.4/Ум3 Умеет провести расчеты результатов химического анализа.

ОПК-1.4/Ум4 Умеет провести статистическую обработку результатов химического анализа и корректно представить результаты.

ПСК-4 Способен участвовать в мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья

ПСК-4.3 Стандартизует приготовленные титрованные растворы

*Знать:*

ПСК-4.3/Зн1 Знает способы приготовления рабочих растворов и их стандартизации.

ПСК-4.3/Зн2 Знает правила взвешивания на аналитических весах.

*Уметь:*

ПСК-4.3/Ум2 Умеет пользоваться мерной посудой.

ПСК-4.3/Ум3 Умеет пользоваться аналитическими весами.

ПСК-4.3/Ум4 Умеет провести предварительные расчеты для приготовления рабочих растворов.

ПСК-4.3/Ум5 Умеет приготовить рабочий раствор и провести его стандартизацию.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.16 «Аналитическая химия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3, 4.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.02 Биология;

Б1.О.14 Ботаника;

Б1.О.05 Математика;

Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;

Б1.О.12 Статистические методы в фармации;

Б2.В.01(У) учебная практика (практика по ботанике);

Б1.О.09 Физика;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.27 Биологическая химия;

Б1.О.14 Ботаника;

Б1.В.07 Гомеопатическая фармация;

Б1.О.19 Коллоидная химия;

ФТД.03 Контроль качества вспомогательных веществ;

Б1.В.ДВ.04.03 Лекарственные растения Восточной Азии и Средиземноморья;

ФТД.01 Методы обнаружения примесей в лекарственных средствах;

Б1.О.18 Микробиология;

Б1.О.17 Органическая химия;

Б1.В.ДВ.07.03 Основы доклинических исследований;

Б3.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;

Б1.В.09 Проблемы выявления фальсифицированных лекарственных средств;

Б2.О.05(П) производственная практика (практика по контролю качества лекарственных средств);

Б2.О.08(П) производственная практика (практика по фармацевтической технологии);

Б1.В.ДВ.07.06 Радиофармацевтические лекарственные средства: применение и контроль качества;

Б1.В.ДВ.04.05 Современные методики идентификации фармацевтических субстанций;

Б1.В.ДВ.03.03 Современные методы в аналитической химии;

Б1.О.31 Технология лекарственных форм аптечного изготовления;

Б1.О.34 Токсикологическая химия;

Б1.О.33 Управление и экономика фармации;

Б2.О.03(У) учебная практика (практика по фармакогнозии);

- Б1.О.28 Фармакогнозия;  
 Б1.О.30 Фармацевтическая химия;  
 Б1.В.ДВ.07.05 Фармацевтический анализ лекарственных форм;  
 Б1.О.15 Физическая химия;  
 Б1.В.ДВ.04.04 Физическая химия в современной фармации;  
 Б1.В.ДВ.03.04 Химия биологически активных веществ;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	216	6	104	2	8	64	30	87	Экзамен (25)
Четвертый семестр	144	4	86	2	2	58	24	24	Экзамен (34)
Всего	360	10	190	4	10	122	54	111	59

### 4. Содержание дисциплины

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

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Лабораторные занятия	Лекции	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатам освоения программы
<b>Раздел 1. Химические методы анализа</b>	<b>191</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>64</b>	<b>30</b>	<b>87</b>	ОПК-1.2 ОПК-1.4 ПСК-4.3
Тема 1.1. Титриметрические методы анализа: кислотно-основное титрование.	75		4	24	10	37	
Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия	52		3	16	8	25	

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа	64	2	1	24	12	25	
<b>Раздел 2. Физико-химические методы анализа</b>	<b>110</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	ОПК-1.2 ОПК-1.4
Тема 2.1. Хроматографические методы анализа	33			16	12	5	
Тема 2.2. Спектральные методы анализа	39		2	24	6	7	
Тема 2.3. Электрохимические методы анализа	20			12	4	4	
Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа.	18	2		6	2	8	
<b>Итого</b>	<b>301</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>122</b>	<b>54</b>	<b>111</b>	

#### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

##### *Раздел 1. Химические методы анализа*

*Тема 1.1. Титриметрические методы анализа: кислотно-основное титрование.*

Предмет и задачи аналитической химии, её значение в системе подготовки провизора. Химический анализ. Стадии химического анализа. Классификация методов анализа. Метод и методика анализа. Характеристики метода (методики) химического анализа. Измерение. Классификация измерений. Характеристика измерений. Точность результатов анализа, основные правила приближенных вычислений (значащие цифры). Погрешность измерения. Классификация погрешностей и источники их возникновения. Устранение систематических погрешностей. Оценка случайных погрешностей. Метрологические характеристики и обработка результатов анализа: оценка истинного значения, доверительного интервала, сходимости, воспроизводимости, точности, правильности, сравнение результатов анализа, обнаружение грубых ошибок, оценка погрешности косвенных измерений.

Классические методы количественного химического анализа: титриметрия, гравиметрия. Титриметрический анализ. Характеристики средств измерений, используемых в титриметрии (посуды, стандартных веществ). Основные способы титрования: прямое, инверсное, заместительное, обратное. Расчёты в титриметрии.

Способы описания процессов титрования: кривые титрования (линейные, логарифмические, интегральные, дифференциальные, бидифференциальные).

Характеристические участки интегральной логарифмической кривой титрования (скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования).

Способы фиксирования точки эквивалентности, химические индикаторы. Характеристики индикаторов, классификация. Причины возникновения индикаторных погрешностей титрования. Выбор индикатора. Влияние количества индикатора и его показателя титрования на величину погрешности для одноцветных и двухцветных индикаторов.

Кислотно-основное титрование. Протолитическая теория кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Стандартные вещества, титранты, приготовление растворов в ацидиметрии и алкалиметрии.

Расчёт, построение и анализ кривых титрования одноосновных сильных кислот и однокислотных сильных оснований.

Индикаторные погрешности титрования, обусловленные несовпадением точки эквивалентности и показателя титрования индикатора.

Кислотно-основное титрование. Расчёт, построение и анализ кривых титрования одноосновных кислот: слабых незаряженных, слабых заряженных (солей слабого основания и сильной кислоты) и однокислотных оснований: слабых незаряженных, слабых заряженных (солей слабой кислоты и сильного основания). Индикаторные погрешности титрования, обусловленные несовпадением точки эквивалентности и показателя титрования индикатора.

Расчёт, построение и анализ кривых титрования многоосновных кислот и многокислотных оснований.

Титрование смесей кислот или оснований. Условия раздельного определения.

Кислотно-основные индикаторы.

Понятие о кислотно-основном титровании в неводных средах.

Практические приложения кислотно-основного титрования.

Примеры методик кислотно-основного титрования: определение жёсткости воды, анализ солей аммония.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	35	50
Защита отчёта по лабораторной работе	42	60
Контроль самостоятельной работы	56	80

*Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия*

Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные системы и редокспотенциалы. Влияние соотношения окисленной и восстановленной форм, рН, процессов осаждения и комплексообразования на величину окислительно-восстановительных потенциалов. Расчёт, построение и анализ кривых окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы – специфические и редокс-индикаторы. Практические приложения окислительно-восстановительного титрования, классификация по рабочим растворам. Характеристика основных методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Йодометрия. Бромато- и бромометрия. Дихроматометрия. Нитритометрия. Цериметрия. Стандартные вещества, титранты, их приготовление и хранение. Особенности применения заместительного и обратного титрования. Приёмы предварительного восстановления и окисления.

Примеры определений, в том числе, в анализе фармацевтических препаратов.

Комплексиметрическое титрование. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости. Расчёт, построение и анализ кривых комплексиметрического титрования. Металлохромные индикаторы. Общая характеристика методов комплексиметрического титрования (стандартные вещества; титранты, их приготовлении, хранение, стандартизация; химические реакции, лежащие в основе определения; константы определяющие химическое равновесие, закон эквивалентов, индикаторы, способы титрования, применение). Меркуриметрия. Комплексонометрия.

Осадительное титрование. Равновесия в гетерогенных системах. Константа растворимости. Расчёт, построение и анализ кривых осадительного титрования. Индикаторы специфические и адсорбционные. Общая характеристика методов осадительного титрования (стандартные вещества; титранты, их приготовлении, хранение, стандартизация; химические реакции, лежащие в основе определения; константы определяющие химическое равновесие, закон эквивалентов, индикаторы, способы титрования, применение). Аргентометрия. Меркурометрия. Сульфатометрия.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	35	50
Защита отчёта по лабораторной работе	42	60
Контроль самостоятельной работы	28	40

### *Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа*

Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа

Кислотно-основные, гетерогенные, окислительно-восстановительные равновесия в растворах, равновесия в растворах комплексных соединений. Классификация химических методов качественного анализа. Аналитические классификации катионов и анионов. Групповые, селективные, специфические реакции. Систематический и дробный анализ. Практическое применение.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	35	50
Тест	7	10
Защита отчёта по лабораторной работе	42	60
Контроль самостоятельной работы	14	20

## **Раздел 2. Физико-химические методы анализа**

### *Тема 2.1. Хроматографические методы анализа*

Классификация физико-химических методов анализа, метрологические характеристики, методы разделения и концентрирования. Хроматографические методы анализа, классификация. Параметры удерживания и хроматографического разделения. Теоретические основы хроматографии. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Газовая хроматография (ГХ). Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Ионная хроматография. Качественный и количественный анализ в хроматографии.

### *Тема 2.2. Спектральные методы анализа*

Молекулярная спектрометрия в УФ и видимой области спектра электромагнитного излучения. Спектрофотометрия и фотоколориметрия. Выбор оптимальных условий, чувствительность и точность метода. Способы количественного фотометрического анализа. Инструментальное оснащение метода. Примеры определений. Расчеты результатов анализа. Инфракрасная спектроскопия, применение для идентификации органических соединений. Оборудование и пробоподготовка. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Теоретические основы метода, аппаратура. Применение для количественных определений. Понятие об люминесцентном анализе.

### *Тема 2.3. Электрохимические методы анализа*

Электрохимические методы анализа, классификация. Потенциометрия, потенциометрическое титрование. Кулонометрия, кулонометрическое титрование. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Оборудование. Область применения.

### *Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа.*

Теоретические основы ФХМА. Качественный и количественный анализ. Способы расчеты результатов анализа.

## **4.3. Содержание занятий семинарского типа.**

### **Очная форма обучения. Консультации в период сессии (4 ч.)**

#### **Раздел 1. Химические методы анализа (2 ч.)**

Тема 1.1. Титриметрические методы анализа: кислотно-основное титрование.

Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа (2 ч.)

1. Консультация по вопросам для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену).

#### **Раздел 2. Физико-химические методы анализа (2 ч.)**

Тема 2.1. Хроматографические методы анализа

Тема 2.2. Спектральные методы анализа

Тема 2.3. Электрохимические методы анализа

Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа. (2 ч.)

1. Консультация по подготовке к экзамену

#### **4.4. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (10 ч.)**

##### **Раздел 1. Химические методы анализа (8 ч.)**

Тема 1.1. Титриметрические методы анализа:  
кислотно-основное титрование.

(4 ч.)

1. Консультация по выполнению самостоятельной работы по построению кривой титрования.
2. Консультация по сложным вопросам коллоквиума 1.

Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия (3 ч.)

1. Консультация по теме "Гравиметрический метод анализа".
2. Консультация по сложным вопросам коллоквиума 2.

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа (1 ч.)

1. Консультация по вопросам коллоквиума 3.

##### **Раздел 2. Физико-химические методы анализа (2 ч.)**

Тема 2.1. Хроматографические методы анализа

Тема 2.2. Спектральные методы анализа (2 ч.)

1. Консультация по выполнению индивидуального задания по ИК - 2 час.

Тема 2.3. Электрохимические методы анализа

Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа.

#### **4.5. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Лабораторные занятия (122 ч.)**

##### **Раздел 1. Химические методы анализа (64 ч.)**

Тема 1.1. Титриметрические методы анализа:  
кислотно-основное титрование.

(24 ч.)

1. Способы выражения концентраций и приготовление растворов. Решение задач. Правила ведения лабораторного журнала. Лабораторная работа 1: приготовление рабочего раствора гидроксида натрия.
2. Решение задач на расчёт результатов прямого, инверсного, заместительного титрования. Расчёт инструментальной погрешности косвенных измерений. Лабораторная работа 2: Стандартизация 0,1 н раствора гидроксида натрия, учебное титрование.
3. Предварительные расчёты при разработке методик анализа. Метод аликвотной части. Решение задач. Лабораторная работа 2: продолжение.

4. Статистическая обработка результатов анализа. Обратное титрование. Решение задач. Лабораторная работа 3: Алкалометрическое определение содержания многоосновной карбоновой кислоты в присутствии индифферентных примесей.
5. Теоретические основы взвешивания и применению весовой техники в химическом анализе. Лабораторная работа 3: продолжение.
6. Коллоквиум 1: Кислотно-основное титрование, расчёты и обработка результатов химического анализа.

Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия (16 ч.)

1. Окислительно-восстановительное титрование, определение фактора эквивалентности при заместительном титровании, кривые титрования, решение задач. Лабораторная работа 4: Приготовление и стандартизация 0,1 М раствора тиосульфата натрия, иодометрическое определение содержания меди (II) в водном растворе.
2. Комплексометрия. Комплексонометрическое титрование. Расчёты в методе комплексонометрии. Решение задач. Лабораторная работа 5: Стандартизация 0,01 н раствора трилона Б и определение кальция методом комплексонометрического титрования.
3. Осадительное титрование. Решение задач на расчёт результатов анализа при совместном использовании различных методов титрования. Решение задач. Лабораторная работа 6: Определение массы бромида натрия в анализируемом растворе по методу Фольгарда.
4. Коллоквиум 2: Методы окислительно-восстановительного, комплексонометрического и осадительного титрования.

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа (24 ч.)

1. Способы проведения реакций обнаружения и разделения. Влияние одноименного иона на сдвиг равновесия слабых кислот и оснований. Смешивание и приготовление буферных растворов. Буферная ёмкость. Лабораторная работа 7: Качественные реакции на катионы 1 и 2 аналитических групп.
2. Равновесия в растворах многоосновных кислот. Систематический ход смеси анализа катионов 1 и 2 аналитических групп. Лабораторная работа 8: Анализ смеси неизвестного состава на смесь катионов 1 и 2 аналитических групп.
3. Растворимость осадков в воде и кислотах. Образование осадков при различных значениях рН. Решение задач. Дробный анализ. Лабораторная работа 9: Анализ смеси катионов 3 аналитической группы.
4. Равновесия комплексообразования в растворах. Образование и растворимость осадков с учётом комплексообразования. Завершение Лабораторной работы 9.
5. Окислительно-восстановительные равновесия. Решение задач. Схема хода анализа катионов 1-5 аналитических групп.
6. Коллоквиум 3: Равновесия в аналитической химии, качественный анализ.

## **Раздел 2. Физико-химические методы анализа (58 ч.)**

Тема 2.1. Хроматографические методы анализа (16 ч.)

1. Техника безопасности в лаборатории физико-химических методов анализа. Виды хроматографических методов анализа. Качественный и количественный анализ. Расчёты результатов анализа.
2. Лабораторная работа "Идентификация лекарственных средств методом тонкослойной хроматографии"
3. Лабораторная работа "Газохроматографическое определение органических соединений"
4. Лабораторная работа "Высокоэффективная жидкостная хроматография. Качественный и количественный анализ"

Тема 2.2. Спектральные методы анализа (24 ч.)

1. Фотометрические методы анализа. Оборудование. Расчёты результатов анализа.

- Лабораторная работа "Спектрофотометрическое определение левомицетина методом градуировочного графика"
- Лабораторная работа "Спектрофотометрическое определение дибазола и папаверина гидрохлорида при их совместном присутствии"
- Лабораторная работа "Определение содержания марганца методом дифференциальной фотометрии"
- Лабораторная работа "Фотометрическое определение фурацилина методом стандартной добавки"
- ИК спектрометрия, пробоподготовка, снятие ИК спектра, проверка индивидуального задания.

#### Тема 2.3. Электрохимические методы анализа (12 ч.)

- Электрохимические методы анализа, оборудование. Методы анализа. Расчеты результатов анализа.
- Лабораторная работа "Определение содержания хлороводородной и борной кислот при совместном присутствии методом потенциометрического титрования"
- Лабораторная работа "Определение содержания натрия в таблетках от кашля методом прямой потенциометрии", "Определение содержания фторида натрия в таблетках методом добавок"

Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа. (6 ч.)

- Коллоквиум
- Защита коллоквиума

### 4.6. Содержание занятий лекционного типа.

#### Очная форма обучения. Лекции (54 ч.)

##### Раздел 1. Химические методы анализа (30 ч.)

Тема 1.1. Титриметрические методы анализа: кислотно-основное титрование. (10 ч.)

- Предмет и задачи аналитической химии. Химический анализ. Классификация методов анализа. Метод и методика анализа. Характеристики метода (методики) химического анализа. Стадии химического анализа. Метрологические характеристики и обработка результатов анализа.
- Титриметрические методы анализа. Характеристики средств измерений, используемых в титриметрии. Основные способы титрования. Расчёты в титриметрии. Кислотно-основное титрование (КОТ). Стандартные вещества, титранты, приготовление и стандартизация растворов в ацидиметрии и алкалометрии. Кислотно-основные индикаторы.
- Расчёт, построение и анализ кривых титрования сильных одноосновных кислот и одноосновных оснований, слабых одноосновных кислот и одноосновных оснований. Индикаторные погрешности титрования.
- Расчёт, построение и анализ кривых титрования многоосновных кислот и многоосновных оснований. Титрование смесей кислот и оснований.
- Кислотно-основные индикаторы. КОТ в неводных средах. Практические приложения КОТ.

Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия (8 ч.)

- Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные системы и редокс-потенциалы. Расчёт, построение и анализ кривых окислительно-восстановительного титрования. Специфические и истинные редокс-индикаторы.
- Классификация методов окислительно-восстановительного титрования по титрантам. Примеры определений, в том числе, в анализе фармацевтических препаратов.
- Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости. Комплексонометрическое титрование. Меркуриметрия. Комплексоны и

комплексометрическое титрование. Расчёт, построение и анализ кривых титрования. Металлохромные индикаторы.

4. Осадительное титрование. Равновесия в гетерогенных системах. Константа растворимости, произведение растворимости. Расчёт, построение и анализ кривых осадительного титрования. Индикаторы специфические и адсорбционные. Argentометрия. Меркурометрия. Сульфатометрия.

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа (12 ч.)

1. Принципы и методы качественного анализа, дробный и систематический анализ. Основные схемы качественного анализа.

2. Кислотно-основные равновесия. Константы кислотности и основности. Условные константы. Понятие о мольных долях и их расчет при заданных значениях pH.

3. Буферные растворы и механизм их действия. Расчет pH буферных растворов и буферная емкость. Протолитические равновесия в водных растворах солей. Расчет pH.

4. Гетерогенные процессы в аналитической химии. Условия образования и растворения осадка.

5. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости. Образование и разрушение комплексов. Влияние процесса комплексообразования на растворимость осадков. Примеры.

6. Окислительно-восстановительные системы и редокспотенциалы. Направление, последовательность протекания ОВР. Влияние различных факторов на значение окислительно-восстановительного потенциала: соотношение окисленной и восстановленной форм, pH, процессов осаждения и комплексообразования.

## **Раздел 2. Физико-химические методы анализа (24 ч.)**

Тема 2.1. Хроматографические методы анализа (12 ч.)

1. Общая характеристика физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал, методы разделения и концентрирования.

2. Хроматографические методы анализа, классификация. Основные хроматографические параметры. Селективность и эффективность хроматографического разделения, критерии разделения.

3. Теоретические основы хроматографического разделения. Тонкослойная хроматография.

4. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Характеристика метода, оборудование, область применения.

5. Газовая хроматография. Характеристика метода, оборудование, область применения.

6. Ионная хроматография. Область применения. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии.

Тема 2.2. Спектральные методы анализа (6 ч.)

1. Основные методы спектрального анализа. Теоретические основы молекулярной абсорбционной спектроскопии. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектрофотометры и фотоэлектродетекторы.

2. Молекулярная абсорбционная спектрометрия в УФ и видимой области спектра. Выбор оптимальных условий. Способы количественного фотометрического анализа.

3. Инфракрасная спектроскопия, основы метода и применение для идентификации органических соединений. Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС), люминисцентный анализ.

Тема 2.3. Электрохимические методы анализа (4 ч.)

1. Электрохимические методы анализа, классификация. Потенциометрия, потенциометрическое титрование. Оборудование и область применения.

2. Электрохимические методы анализа, основанные на измерении силы тока. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Кулонометрия, кулонометрическое титрование.

Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа. (2 ч.)

# 1. Практическое применение физико-химических методов анализа

## 4.7. Содержание самостоятельной работы обучающихся

### **Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (111 ч.)**

#### **Раздел 1. Химические методы анализа (87 ч.)**

##### Тема 1.1. Титриметрические методы анализа:

кислотно-основное титрование.

(37 ч.)

1. Оформление лабораторных работ и подготовка к защите лабораторных работ.
2. Выполнение домашних заданий:
  - d1 Домашнее задание по способам выражения концентрации и приготовления растворов.
  - d2 Домашнее задание по приближенным вычислениям и правилам округления.
  - d3 Домашнее задание по расчёту результатов прямого, инверсного, заместительного титрования.
  - d4 Домашнее задание по расчёту погрешностей косвенных измерений и расчёту результатов анализа.
  - d5 Домашнее задание по массе навески, аликвотной части.
  - d6 Домашнее задание по математической обработке результатов анализа.
  - d7 Домашнее задание по обратному титрованию.
3. Выполнение самостоятельной работы по построению кривой титрования.
4. Проработка лекционного материала и подготовка к коллоквиуму №1

Тема 1.2. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Гравиметрия (25 ч.)

1. Оформление лабораторных работ и подготовка к защите лабораторных работ.
2. Выполнение домашних заданий:
  - d8 Домашнее задание по окислительно-восстановительному титрованию.
  - d9 Домашнее задание по комплексонометрическому титрованию.
  - d10 Домашнее задание по осадительному титрованию.
3. Самостоятельное изучение темы «Гравиметрический метод анализа» и выполнение домашнего задания:
  - d11 Домашнее задание на расчет навески анализируемого вещества и количества осадителя в гравиметрии.
4. Проработка лекционного материала и подготовка к коллоквиуму 2.

Тема 1.3. Химические равновесия в растворах и качественные методы химического анализа (25 ч.)

1. Оформление лабораторных работ и подготовка к защите лабораторных работ.
2. Выполнение домашних заданий:
  - d12 Домашнее задание на расчет рН в смесях сильных и слабых кислот (оснований) и при приготовлении буферных растворов
  - d13 Домашнее задание на равновесия в растворах: гетерогенные, комплексообразования, окислительно-восстановительные.
3. Самостоятельное изучение качественных реакций катионов IV-V гр. и качественных реакций анионов
4. Проработка лекционного материала и подготовка к коллоквиуму №3 и тесту по анионам.

#### **Раздел 2. Физико-химические методы анализа (24 ч.)**

##### Тема 2.1. Хроматографические методы анализа (5 ч.)

##### Тема 2.2. Спектральные методы анализа (7 ч.)

## Тема 2.3. Электрохимические методы анализа (4 ч.)

Тема 2.4. Практическое применение физико-химических методов анализа, расчеты результатов анализа. (8 ч.)

### 5. Порядок проведения промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация: Экзамен, Третий семестр.*

Промежуточная аттестация осуществляется в виде экзамена.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, набравшие в период теоретического обучения не менее 60% баллов рейтинга.

Обязательное требование: предъявление на экзамен рабочих тетрадей (лабораторный журнал и самостоятельная работа).

Промежуточная аттестация проводится в период сессии в форме ответа по экзаменационному билету.

Порядок проведения экзамена:

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.
3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.
5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

В структуру экзаменационного билета входит пять теоретических вопросов.

Каждый вопрос имеет свою весовую категорию в баллах. Ответ на экзаменационный билет оценивается в

соответствии с балльно-рейтинговой системой. Максимальная оценка 50 баллов, что соответствует в пересчёте на 1000 баллов – 400 баллов, минимальная – 200 баллов.

Полученный на экзамене балл суммируется с результатами обучения за семестр.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по сумме набранных баллов за семестр (60%) и экзамена (40%) (из расчёта 1000 баллов за семестр)

Баллы, полученные студентом в период теоретического обучения и за ответ на экзаменационный билет суммируются. Максимальный балл за курс - 1000 баллов.

В рамках промежуточной аттестации оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» выставляется, если за ответ на экзаменационный билет набрано не менее 60% соответствующего количества баллов в балльно-рейтинговой системе.

Критерии выставления оценки за экзамен:

- «отлично» - 900-1000 баллов,
- «хорошо» - 750-899 баллов,
- «удовлетворительно» - 600-749 баллов,
- «неудовлетворительно» менее 600 баллов.

Если за ответ на экзаменационный билет набрано менее 60% соответствующего количества баллов в балльно-рейтинговой системе, то обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется

оценка «неудовлетворительно». Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: <div>Министерство образования и науки РФ</div><div>Рекомендовано ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова" в качестве учебника для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060301.65 "Фармация" по дисциплине "Аналитическая химия"</div><div>Регистрационный номер рецензии 455 от 21 ноября 2013 г. ФГАУ "Федеральный институт развития образования"</div> / Ю.Я. Харитонов. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 - ISBN 978-5-9704-2941-9. - Текст: непосредственный.

2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений: <div>Министерство образования и науки РФ</div><div>Рекомендовано ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова" в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности "Фармация", по дисциплине "Аналитическая химия"</div><div>Регистрационный номер рецензии 105 от 2 апреля 2014 г. ФГАУ "Федеральный институт развития образования"</div> / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 - ISBN 978-5-9704-3272-3. - Текст: непосредственный.

3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия : аналитика: учебник: Общие теоретические основы : качественный анализ / Ю. Я. Харитонов. - 2014. - 688 с. - 978-5-9704-2934-1. - Текст: непосредственный.

#### *Дополнительная литература*

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия : химические методы анализа: учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2011. - 541 с. - 978-5-16-004685-3. - Текст: непосредственный.

2. Алексеева, Г. М. Жидкостная хроматография (ВЭЖХ и ТСХ): учебное пособие [по аналитической химии по курсу физико-химические методы анализа] / Г. М. Алексеева, А. Б. Зеленцова; [под ред. Г. М. Алексеевой].; ГОУ ВПО СПХФА Минздравсоцразвития России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2010. - 104 с. - Текст: непосредственный.

3. Скорик, Ю. А. Потенциометрические методы анализа: методические указания / Ю. А. Скорик, Е. С. Дмитриева.; ГБОУ ВПО СПХФА Минздрава России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2013. - 56 с. - Текст: непосредственный.

4. Алексеева, Г. М. Практикум по качественному анализу катионов и анионов / Г. М. Алексеева, К. И. Яковлев, Е. С. Дмитриева.; RU.ФБГОУ ВО СПХФУ Минздрава России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФУ, 2019. - 112 с. - Текст: непосредственный.

5. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 7-е изд. - М.: Альянс, 2007. - 448 с. - 978-5-903034-26-0. - Текст: непосредственный.

6. Титриметрические методы анализа: лабораторный практикум по курсу количественного химического анализа / [сост. Г. М. Алексеева, В. Ф. Апраксин [и др.]].; ГБОУ ВПО СПХФА Минздрава России. - СПб.: Изд-во СПХФА, 2013. - 135 с. - 978-5-8085-0354-0. - Текст: непосредственный.

### **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

## *Профессиональные базы данных*

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций

## *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]

2. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва

### **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

#### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. Эльфоран;

#### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

### **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

учебно-лабораторные помещения

"Монитор 17""TFT NECLCD 72XM" - 1 шт.

"Системный блок Intel Cel S-775.2800D.Dimm DDRPC3200.256Mb..Монитор Samsung 17"" - 1 шт.

"Хромотограф ""Кристалл 2000М""в ком-те" - 1 шт.

Дозатор 1-канальный 20мкл - 1 шт.

"Ультразвуковой промыватель ""Finn Sonic"" - 1 шт.

Ванна моечная ВМ1 7/7/8,5 - 1 шт.

Весы лабораторные электрон. аналитические CE224-С - 1 шт.

Дозатор 1-канальный 20-200мкл - 1 шт.

Компьютер "Некс Оптима" - 1 шт.

Центрифуга ОПН-3 - 1 шт.

Центрифуга СМ-02 - 1 шт.

Шкаф вытяжной - 1 шт.

Шкаф вытяжной. - 1 шт.

"Анализатор ""Флюорат-02-2М"" - 1 шт.

"Ноутбук 15,6"" ASUS" - 1 шт.

"Рабочее место ""Анализатор ""Эксперт-006""-базовый" - 1 шт.

"рН- метр-иономер ""Эксперт-001-3.0.1"" в комплекте" - 1 шт.

"Фотометр-флюориметр ""Эксперт-003"" - 1 шт.

Дозатор 1-канальный 100-1000мкл - 1 шт.

Иономер И-160 МИ - 1 шт.

Иономер лабораторный И-160 - 1 шт.

Иономер И-130 - 1 шт.

Калориметр КФК-2 - 1 шт.

Компьютер (MidiTower Codegen Q3341-A1/Asus H81M-C/Intek Pentium - 1 шт.

Компьютер AMD Athlon II - 1 шт.

Компьютер SUPERWAVE - 1 шт.

Поляриметр круговой СМ-3 - 1 шт.

Потенциостат IPC-Compact - 1 шт.

Спектрофотометр UV-mini-1240 Shmadzu - 1 шт.

Спектрофотометр СФ-46 - 1 шт.  
Спектрофотометр СФ-56а - 1 шт.  
Флюорат 02-2М - 1 шт.  
Фурье-спектрометр в ком-те - 1 шт.  
Эксперт-006 базовый - 1 шт.  
Электроколориметр КФК-3 - 1 шт.  
"Аналитический комплекс на базе жидкост.хромат""Миллихром А-02"" - 1 шт.  
"Высокоэффективн.жидкостный хроматограф""Милихром А-02"" - 1 шт.  
Термостат для колонок - 1 шт.  
Хроматограф жидкост.SPD 10 SHIMADZU - 1 шт.

## **7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2178>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2178>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2178>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2178>

Учебно-методическое обеспечение:

Алексеева Г.М. Аналитическая химия : электронный учебно-методический комплекс / Г.М. Алексеева, Л.Г. Веренцова; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2178>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

### ***Методические указания по формам работы***

#### *Консультации в период теоретического обучения*

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

#### *Лекции*

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

#### *Лабораторные занятия*

Текущий контроль знаний осуществляется на лабораторных занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий репродуктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий.

Защита отчета о лабораторной работе

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной лабораторной работе, позволяющее установить

самостоятельность выполнения лабораторной работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме лабораторной работы:

Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий