

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

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
Б1.О.10 Аналитическая химия**

<b>Направление подготовки:</b>	04.03.01 Химия
<b>Профиль подготовки:</b>	Синтез и анализ органических соединений
<b>Форма обучения:</b>	очная

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

*Знать:*

ОПК-1.1/Зн1 Знать основные направления в решении задач по синтезу органических соединений

ОПК-1.1/Зн2 Знать физико-химические свойства органических соединений, основные методы их измерения

ОПК-1.1/Зн3 Знать основные термины, используемые в курсе коллоидной химии

ОПК-1.1/Зн4 Знать способы расчета в титриметрических методах анализа и гравиметрии

ОПК-1.1/Зн5 Знать способы расчета результатов анализа в физико-химических методах анализа

ОПК-1.1/Зн6 Иметь представление о табулировании экспериментальных данных, ведении лабораторного журнала

ОПК-1.1/Зн7 Знать основные разделы физической химии

ОПК-1.1/Зн8 Знать объекты, методы исследования, методологические особенности и используемый аппарат, характерные для соответствующего раздела физической химии

*Уметь:*

ОПК-1.1/Ум1 Уметь сравнивать и предлагать варианты решения конкретной задачи органического синтеза

ОПК-1.1/Ум2 Уметь проводить анализ результатов химических экспериментов

ОПК-1.1/Ум3 Уметь, пользуясь литературными данными, проводить расчеты адсорбции, удельной поверхности, размера частиц и электрокинетического потенциала

ОПК-1.1/Ум4 Уметь рассчитать результаты химического анализа по полученным экспериментальным данным

ОПК-1.1/Ум5 Уметь рассчитать результат анализа в физико-химических методах анализа

ОПК-1.1/Ум6 Уметь анализировать результаты проведенного анализа

ОПК-1.1/Ум7 Уметь систематизировать результаты химических экспериментов по объектам, методам и целям проведения эксперимента.

ОПК-1.1/Ум8 Уметь оценивать правильность расчетов, проведенных в рамках химического эксперимента и необходимых для получения конкретного результата.

*Владеть:*

ОПК-1.1/Нв1 Владеть первичными навыками и основными методами решения технологических задач

ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

*Знать:*

ОПК-1.2/Зн1 Знать теоретические основы основных разделов органической химии, правила проведения и расчетов химических экспериментов

ОПК-1.2/Зн2 Иметь представление о задачах анализа литературных данных и собственного эксперимента

ОПК-1.2/Зн3 Знать как интерпретировать полученные результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ОПК-1.2/Зн4 Знать способы идентификации в химических методах анализа

ОПК-1.2/Зн5 Знать основные аналитические сигналы для проведения идентификации и количественного определения в физико-химических методах анализа

ОПК-1.2/Зн6 Знать теоретические основы традиционных и новых разделов коллоидной химии.

ОПК-1.2/Зн7 Иметь представление об элементах квантовой химии

ОПК-1.2/Зн8 Иметь представление о термодинамике и термодинамике фазового равновесия

ОПК-1.2/Зн9 Иметь представление об электрохимии, кинетике химических реакций, катализе

*Уметь:*

ОПК-1.2/Ум1 Уметь предложить варианты интерпретации результатов химических экспериментов и расчетов

ОПК-1.2/Ум2 Уметь формулировать выводы по результатам анализа литературных данных и собственного эксперимента

ОПК-1.2/Ум3 Уметь составлять отчет о результатах проведенного эксперимента

ОПК-1.2/Ум4 Уметь собирать и анализировать литературные данные

ОПК-1.2/Ум5 Уметь объяснить результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ, и выявить основные параметры процессов.

ОПК-1.2/Ум6 Уметь интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов физической химии

*Владеть:*

ОПК-1.2/Нв1 Владеть навыком расчетов типовых показателей химико-технологических процессов при органическом синтезе биологически активных веществ

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

*Знать:*

ОПК-2.1/Зн1 Знать нормы техники безопасности по работе с химическими веществами

ОПК-2.1/Зн2 Знать основные химико-технологические процессы при производстве фармацевтической продукции

ОПК-2.1/Зн3 Знать инструкции по охране труда и технике безопасности в аналитической лаборатории

ОПК-2.1/Зн4 Знать свойства химических веществ, обуславливающие их опасность, и нормы техники безопасности работы с ними

*Уметь:*

ОПК-2.1/Ум1 Уметь работать в лаборатории с соблюдением норм техники безопасности

ОПК-2.1/Ум2 Уметь поддерживать основные параметры безопасного проведения химико-технологических процессов в производстве фармацевтической продукции

*Владеть:*

ОПК-2.1/Вл1 Владеть навыком делать выводы по результатам анализа экспериментальных и расчётно-теоретических работ в производстве фармацевтической продукции

ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

*Знать:*

ОПК-2.3/Зн1 Знать основные физико-химические характеристики органических соединений

ОПК-2.3/Зн2 Знать классификацию дисперсных систем

ОПК-2.3/Зн3 Знать методы очистки дисперсных систем

ОПК-2.3/Зн4 Знать основные принципы адсорбционной хроматографии

ОПК-2.3/Зн5 Знать основные физико-химические методы анализа и законы, лежащие в их основе

ОПК-2.3/Зн6 Знать основные химические методы анализа и химические процессы, лежащие в их основе

ОПК-2.3/Зн7 Знать стандартные операции химических и физико-химических методов анализа

*Уметь:*

ОПК-2.3/Ум1 Уметь проводить стандартные операции для определения физико-химических констант органического соединения

ОПК-2.3/Ум2 Уметь проводить стандартные операции при выполнении химических и физико-химических методов анализа с соблюдением норм

ОПК-2.3/Ум3 Уметь проводить стандартные операции при выполнении химических и физико-химических методов анализа

ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик

*Знать:*

ОПК-4.2/Зн1 Знать встроенные статистические и математические функции доступных пакетов программного обеспечения, позволяющие осуществить аппроксимацию результатов

ОПК-4.2/Зн2 Знать способы проверки линейной зависимости аналитического сигнала от концентрации и способы выявления отклонения от линейной регрессии

ОПК-4.2/Зн3 Знать методы обработки данных, аппроксимации и интерполяции

*Уметь:*

ОПК-4.2/Ум1 Уметь провести аппроксимацию полученных экспериментальных данных с использованием доступного программного обеспечения.

ОПК-4.2/Ум2 Уметь построить линейную зависимость аналитического сигнала от содержания вещества методом наименьших квадратов

ОПК-4.2/Ум3 Уметь обрабатывать данные, выполнять аппроксимацию и интерполяцию

ПК-1 Способен выполнять эксперименты с использованием современной аппаратуры и оформлять результаты исследований и разработок

ПК-1.4 Осуществляет проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировку выводов

*Знать:*

ПК-1.4/Зн1 Знать основные реакции функциональных групп органических соединений

ПК-1.4/Зн2 Знать требования к оформлению лабораторных отчетов

ПК-1.4/Зн3 Знать методику проведения процессов очистки органических соединений, алгоритм составления описания процесса.

ПК-1.4/Зн4 Знать методику проведения процессов с применением катализаторов, алгоритм составления описания хода химического процесса.

ПК-1.4/Зн5 Знать особенности строения органических соединений

ПК-1.4/Зн6 Знать связь между строением и реакционной способностью органических соединений

ПК-1.4/Зн7 Знать механизмы основных типов органических реакций

ПК-1.4/Зн8 Знать основы методов колебательной спектроскопии

ПК-1.4/Зн9 Знать способы идентификации активных фармацевтических ингредиентов (АФИ) с применением ИК спектроскопии

ПК-1.4/Зн10 Знать основные положения проведения наблюдений и измерений на высокотехнологическом оборудовании для анализа сырья, исходных реагентов и конечной продукции.

ПК-1.4/Зн11 Знать основные аналитические сигналы для проведения идентификации и количественного определения и способы их измерения в химических методах анализа

ПК-1.4/Зн12 Знать основные аналитические сигналы для проведения идентификации и количественного определения и способы их измерения в физико-химических методах анализа

ПК-1.4/Зн13 Знать основные функциональные группы органических соединений

*Уметь:*

- ПК-1.4/Ум1 Уметь планировать и осуществлять синтез органического соединения с учетом химических свойств функциональных групп
- ПК-1.4/Ум2 Уметь описывать ход синтеза, формулирует выводы после завершения эксперимента
- ПК-1.4/Ум3 Уметь проводить очистку органических соединений по существующим методикам, составлять отчеты по проведенным процессам
- ПК-1.4/Ум4 Уметь проводить химические процессы с применением катализаторов, составлять описания хода процесса.
- ПК-1.4/Ум5 Уметь подготовить пробу и снять ИК спектр на специализированном оборудовании
- ПК-1.4/Ум6 Уметь идентифицировать функциональные группы и предположить структуру органического соединения
- ПК-1.4/Ум7 Уметь определить подлинность и чистоту АФИ (и фармацевтической субстанции)
- ПК-1.4/Ум8 Уметь выбирать и использовать высокотехнологическое оборудование для анализа сырья, исходных реагентов и конечной продукции.
- ПК-1.4/Ум9 Уметь рассчитывать результаты химических и физико-химических методов анализа по полученным экспериментальным данным
- ПК-1.4/Ум10 Уметь выполнить эксперимент на современном оборудовании, провести сравнение полученных результатов и сформулировать выводы
- Владеть:*
- ПК-1.4/Нв1 Владеть навыками определения по данным ИК, ЯМР и УФ спектрам структуры объекта анализа по теме ВКР.

### **Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина (модуль) Б1.О.10 «Аналитическая химия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3, 4.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.04 Математика;
- Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;
- Б2.О.01(У) учебная практика (ознакомительная практика);
- Б1.О.05 Физика и биофизика;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.В.07 Биоорганическая химия;
- Б1.В.15 Биофармацевтические препараты;
- Б1.В.ДВ.05.02 Биохимические методы;
- Б1.О.20 Введение в фармакопейный анализ;
- Б1.О.12 Вычислительные методы в химии;
- Б1.В.ДВ.02.02 Идентификация функциональных групп органических соединений методом ИК спектроскопии;
- Б1.В.ДВ.04.02 Катализ в органическом синтезе;
- Б1.О.14 Коллоидная химия;
- Б1.О.15 Метрология в химическом анализе;
- Б1.В.ДВ.05.01 Надлежащая лабораторная практика;
- Б1.О.13 Органическая химия;
- Б1.О.18 Основы фитохимии;
- Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;
- Б2.О.02(Н) производственная практика (научно-исследовательская работа);
- Б1.В.ДВ.04.01 Современные методы очистки органических веществ;

Б1.О.09 Статистические методы анализа;  
Б1.О.16 Теоретические основы химических процессов;  
Б1.О.11 Физическая химия;  
Б1.В.17 Физические методы исследования строения органических соединений;  
Б1.В.14 Химические основы биологических процессов;  
Б1.В.ДВ.02.01 Химия синтетических биологически активных веществ;

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

## **2. Содержание разделов, тем дисциплин**

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

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

Кисотно-основные равновесия. Константы кислотности и основности. Кислотно-основное титрование. Индикаторные погрешности титрования, обусловленные несовпадением точки эквивалентности и показателя титрования индикатора.

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

Статистическая обработка результатов анализа.

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

Титриметрические методы анализа. Особенности проведения титрования, расчет кривых титрования, примеры определений с использованием окислительно-восстановительного, комплексонометрического и осадительного титрования. Гравиметрия.

#### *Тема 1.3. Качественный анализ*

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

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

#### *Тема 2.1. Хроматографические методы анализа*

Общая характеристика ФХМА, их классификация и метрологические характеристики. Методы разделения и концентрирования. Методы количественного расчета.

Хроматография. Теоретические основы хроматографического разделения. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения, способу проведения и аппаратурному оформлению процесса. Параметры удерживания в колоночной хроматографии. Селективность неподвижной фазы и эффективность колонки, критерии разделения.

Тонкослойная хроматография. Характеристика метода и виды ТСХ, требования к подвижной и неподвижной фазам, детектирование анализируемых веществ. Аппаратурное оформление и применение в практической деятельности для идентификации веществ и их количественных определений.

Газовая хроматография. Характеристика метода, требования к подвижной и неподвижной фазам, детектирование анализируемых веществ. Блок-схема газового хроматографа и назначение его основных частей.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Характеристика метода, требования к подвижной и неподвижной фазам, детектирование анализируемых веществ. Блок-схема жидкостного хроматографа и назначение его основных частей.

Ионообменная и ионная хроматография. Классификация ионитов - катиониты и аниониты, их структура. Качественный и количественный анализ в методах колоночной хроматографии, практическое применение.

## *Тема 2.2. Спектральные методы анализа*

Спектральные методы. Параметры и спектральные диапазоны ЭМИ. Общие положения. Классификация по длинам волн и типу взаимодействующих с ними частиц. Понятие спектра. Природа спектров. Спектры излучения и поглощения. Основное и возбужденное состояние атома. Характеристики спектральных линий (интенсивность, собственная ширина, уширение). Приборы, оптическая схема и назначение основных узлов: источники излучения, монохроматоры (в т.ч. светофильтры, интерференционные светофильтры). Детекторы. Фото- и спектрофотометрия.

Атомная и молекулярная спектроскопия. Природа молекулярных абсорбционных спектров. Основной закон светопоглощения. Отклонения от него.

Молекулярная спектрометрия в УФ и видимой областях (фотометрия). Прямые и косвенные методы. Выбор оптимальных условий проведения спектральных измерений, чувствительность и точность метода. Способы количественного фотометрического анализа, примеры определений.

Инфракрасная спектроскопия. Причины возникновения ИК-спектров. Способы регистрации ИК-спектров, принципиальная схема ИК-спектрометров. Аналитическая информативность спектров, применение для идентификации веществ. Фурье-спектроскопия.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Качественный, полуколичественный и количественный анализ. Закон Ломакина-Шойбле. Источники возбуждения атомов. Характеристика метода, области применения.

Эмиссионная фотометрия пламени. Источники возбуждения. Круг определяемых компонентов. Искажения спектров. Характеристика метода. Практическое использование.

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Способы атомизации пробы. Источники излучения. Количественный АА анализ. Характеристики метода. Сравнение с атомно-эмиссионной спектроскопией.

## *Тема 2.3. Электрохимические методы анализа*

Электрохимические методы. Потенциометрические методы. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Требования к ним. Равновесные и неравновесные процессы и соответствующие им методы химического анализа. Мембранные электроды и принципы их функционирования. Классификация мембранных электродов. Стеклообразные, кристаллические и жидкие мембраны и их специфические особенности. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.

Электродная функция, область ее линейности. Понятие селективности. Коэффициент селективности. Прямая потенциометрия, метод добавок (однократной, двукратной), потенциометрическое титрование. Метод Грана. Аналитические возможности ионометрии. Практическое применение.

Электрохимические методы анализа Кулонометрия. Вольтамперометрия. Полярография. Амперометрическое титрование.

Применение ФХМА к определению лекарственных препаратов и биологически значимых природных соединений.

*Тема 2.4. Хроматографические, спектральные и электрохимические методы анализа.*

Написание коллоквиума по изученным темам.

Классификация спектральных методов анализа. Теоретические основы молекулярной абсорбционной спектроскопии. Спектры поглощения, шкала энергий и длин волн электромагнитного излучения, графическое представление спектров, координаты. Происхождение спектров поглощения в УФ, видимой и инфракрасной областях. Основные характеристики полосы поглощения.

Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность ( $A$ ) и светопропускание ( $T$ ), связь между ними. Молярный, массовый и удельный коэффициенты погашения, их физический смысл, методы определения, от каких факторов они зависят. Выбор оптимальных условий при спектрофотометрировании ( $\lambda$ ,  $l$ ,  $C$ ,  $A$ , растворитель, кюветы). Закон аддитивности. Условия выполнения законов светопоглощения, причины отклонения от них. Метрологические характеристики и аналитические возможности фотометрического анализа.

Приборы, используемые в фотометрических методах анализа. Фотоэлектроколориметры, однолучевые и двухлучевые спектрофотометры, спектрофотометры с диодной матрицей. Блок-схемы приборов, основные узлы (источники света, монохроматоры, приемники).

Качественный анализ методом фотометрии. Основные типы электронных переходов, особенности электронных спектров поглощения органических и неорганических соединений. Использование спектров поглощения для идентификации веществ.

Количественный фотометрический анализ. Методы определения концентрации индивидуальных веществ (метод градуировочного графика, метод стандартного раствора, метод добавок). Метод дифференциальной фотометрии.

Анализ многокомпонентных систем с отдельными спектрами поглощения, с частично налагающимися спектрами поглощения и с полностью налагающимися спектрами поглощения.

Фотометрическое титрование. Типы используемых реакций. Виды кривых титрования. Примеры определения.

Электрохимические методы анализа

Классификация электрохимических методов анализа по виду аналитического сигнала. Прямые и косвенные электрохимические методы. Метрологические характеристики электрохимических методов.

Потенциометрия. Сущность потенциометрического метода анализа, его достоинства и недостатки. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Схема потенциометрической установки, ее основные составляющие. Электроды сравнения (стандартный водородный, хлоридсеребряный, каломельный), их характеристика, устройство и назначение. Индикаторные электроды, применяемые в потенциометрии, их характеристика, устройство и назначение. Электродные реакции, протекающие на поверхности индикаторных электродов и зависимость их потенциала от концентрации (активности) определяемых ионов. Уравнение Нернста.

Прямая потенциометрия (ионометрия). Количественный анализ: методы градуировочного графика, сравнения (стандарта), добавок. Электрохимические ячейки для измерения концентрации ионов водорода (рН), натрия и фтора в анализируемом растворе. Выражение для ЭДС используемой при измерении электрохимической ячейки.

Потенциометрическое титрование. Классификация методов потенциометрического титрования. Схема установки для потенциометрического титрования. Выбор индикаторного электрода и электрода сравнения. Виды кривых титрования и способы нахождения конечной точки титрования (расчетные и графические). Примеры практического применения потенциометрического титрования.

Кулонометрия. Законы Фарадея. Чувствительность и погрешность метода. Прямая кулонометрия. Кулонометрическая ячейка, рабочий и вспомогательный электроды. Способы определения количества электричества в прямой кулонометрии. Кулонометрическое титрование. Условия проведения кулонометрического титрования при постоянной силе тока, индикация точки эквивалентности. Примеры определения.

Хроматография

Хроматография. Современное состояние метода и области применения. Режим хроматографических процессов: фронтальный, вытеснительный, элюентный. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения,

### 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	324	9	186	2	40	108	36	113	Экзамен (25)
Четвертый семестр	216	6	132	2	40	64	26	50	Экзамен (34)
Всего	540	15	318	4	80	172	62	163	59

### Разработчик(и)

Кафедра аналитической химии, кандидат химических наук, доцент Алексеева Г. М.