Программа утверждена на заседании Ученого Совета факультета фундаментальной физико-химической инженерии
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г

Декан факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ
академик РАН, профессор
/С.М. Алдошин/

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): **Аналитические методы и сенсорные системы в биологии и медицине**

Дисциплина предназначена для студентов 5 курса факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ имени М.В. Ломоносова, специализирующихся в области физической и биологической химии. В течение 9-го семестра студенты знакомятся с методами масс-спектрометрии, центрифугирования, электрофореза, хроматографии, спектроскопии в ультрафиолетовой, видимой и ИК-области, с методами динамического светорассеяния, флуоресцентной спектроскопии, методами оптической, туннельной и атомно-силовой микроскопии, их применению для исследования биологических структур различного уровня организации. Студенты осваивают технику работы на современном аналитическом оборудовании. Учатся грамотно представлять, обрабатывать результаты анализа с применением методов математической статистики.

2. Уровень высшего образования – специалитет.

3. Направление подготовки: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД, модуль «Профессиональный».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции ***(код компетенции)***	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**
С-СПК-1 Способность использовать знания об основных закономерностях классических и современных методов химического и физико-химического анализа при решении задач профессиональной деятельности	З2 (С-СПК-1): ЗНАТЬ: основные физико-химические принципы спектроскопических, масс-спектрометрических и микроскопических методов анализа. З3(С-СПК-1): ЗНАТЬ: основные этапы и закономерностей развития хроматографии, электрофореза и центрифугирования в химии и биологии У1 (С-СПК-1): УМЕТЬ: применять информационные и компьютерные технологии при написании рефератов об истории и перспективах развития науки, ориентироваться в различных аспектах применения результатов химического анализа, вести дискуссию по вопросам истории и методологии аналитической химии. У2 (С-СПК-1): УМЕТЬ: обоснованно выбирать подходящий вариант одного из спектроскопических, масс-спектрометрических, электрофоретических, хроматографических или микроскопических методов при решении задач профессиональной деятельности У3 (С-СПК-1): УМЕТЬ: применять основные закономерности методов спектроскопии, хроматографии, электрофореза и центрифугирования при решении задач профессиональной деятельности В1 (С-СПК-1): ВЛАДЕТЬ: формами и методами научного познания применительно к методам анализа химических и биологических молекулярных структур.
С-СПК-2 Способность применять законы, лежащие в основе методов химического и физико-химического анализа, при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз	З1(С-СПК-2): ЗНАТЬ: законы, лежащие в основе различных методов химического и физико-химического анализа. З2 (С-СПК-2): ЗНАТЬ: физико-химические принципы, лежащие в основе различных спектроскопических, масс-спектрометрических, хроматографических, электрофоторетических и микроскопических методов анализа У1 (С-СПК-2): УМЕТЬ: выбирать и обосновывать схемы химического и физико-химического анализа в зависимости от природы выделяемых молекулярных и наноструктур и характера сопутствующих веществ, а также условий эксперимента. У2 (С-СПК-2): УМЕТЬ: выбирать и обосновывать схемы спектроскопического, масс-

данных	спектрометрического и микроскопического анализа для органических и высокомолекулярных соединений биологического происхождения в зависимости от природы определяемых компонентов, а также условий эксперимента и типа исследуемых образцов У3(С-СПК-2) УМЕТЬ: пользоваться информационными базами данных для решения задач методами хроматографии, электрофореза и центрифугирования. В1 (С-СПК-2): ВЛАДЕТЬ: основными химическими теориями, концепциями, законами, лежащими в основе методов фиизко-химического анализа; применять основные законы физики, химии и биологии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных. В2 (СПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками интерпретации результатов научного эксперимента в области хроматографии, электрофореза и центрифугирования с учетом основных теоретических положений базовых химических дисциплин .и информационных баз данных. В3 (С-СПК-2): ВЛАДЕТЬ: основными химическими физико-химическими теориями, концепциями, законами, применять основные законы физики, химии и биологии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
С-СПК-3 Способность сопоставлять возможности и области применения, достоинства и недостатки различных методов физической и аналитической химии	З1(С-СПК-3): ЗНАТЬ: достоинства и недостатки различных методов физической и аналитической химии. У1 (С-СПК-3): УМЕТЬ: сопоставлять возможности и области применения различных методов физической и аналитической химии. В1 (С-СПК-3): Владеть: навыками планирования и осуществления физико-химического анализа. В2 (С-СПК-3): ВЛАДЕТЬ: навыками планирования и проведения физико-химического анализа, органических и высокомолекулярных соединений с использованием спектроскопических и масс-спектрометрических методов анализа В3 (С-СПК-3): ВЛАДЕТЬ: навыками планирования и осуществления физико-химического анализа, включающего стадию разделения компонентов, молекулярных и наноструктур методами хроматографии, электрофореза и центрифугирования и их последующего детектирования
С-СПК-5 способность проводить химический эксперимент с привлечением основных аналитических методов исследования	З1(С-СПК-5): ЗНАТЬ: теоретические основы современных хроматографических, спектроскопических, масс-спектрометрических и микроскопических методов анализа, их преимущества и недостатки, возможности применения этих методов для решения различных аналитических задач. У1 (С-СПК-5): УМЕТЬ: самостоятельно выбрать метод анализа для решения конкретных аналитических задач; ориентироваться в современной литературе по хроматографическим,

	электрофоретическим, спектроскопическим и масс-спектрометрическим методам анализа. У2 (С-СПК-5): УМЕТЬ: выбирать условия разделения целевых продуктов (неподвижную и подвижную фазы, вариант детектирования). В1 (С-СПК-5): ВЛАДЕТЬ: владеть практическими навыками использования хроматографических, электрофоретических, спектроскопических, и масс-спектрометрических методов в анализе химических и биологических молекулярных и наноструктур.
С-СПК-6 понимание принципов устройства современных аналитических приборов и владение навыками работы на них при проведении научных исследований	З1(С-СПК-6): ЗНАТЬ: принципы устройства современных аналитических приборов. У1 (С-СПК-6): УМЕТЬ: проводить экспериментальные исследования по заданной методике, самостоятельно работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях. В1 (С-СПК-6): ВЛАДЕТЬ: навыками работы на современном хроматографическом, электрофоретическом, спектроскопическом и масс-спектрометрическом оборудовании.
С-ПК-8 Владение методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов	З1(С-ПК-8): ЗНАТЬ: основные понятия химической метрологии и хемометрики. У1 (С-ПК-8): УМЕТЬ: проводить статистическую обработку результатов химического и биохимического анализа. В1 (С-ПК-8): Владеть: методами регистрации и обработки результатов химических и биохимических экспериментов на современных аналитических приборах.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 32 часа составляет лекционные занятия и 4 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:

знать: основные свойства химических элементов и биохимических структур, закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах;

уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

владеть: техникой химического и биохимического эксперимента, простейшими расчетными методами решения химических задач, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных).

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам* (Перечень тем см. Приложения).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Всего (часы)**	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						**Самостоятельная работа обучающегося, часы** из них		
		Лабораторные занятия	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	**Всего**	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	**Всего**
Тема 1. Масс-Спектрометрические методы анализа	4						4			4
Тема 2. Центрифугирование, электрофорез и хроматография в биологии в аналитической химии	12						12			12

Тема 3. Спектроскопические и флуоресцентные методы анализа	12						12			12
Тема 4. Методы оптической и атомно-силовой микроскопии.	4						4			4
Промежуточная аттестация *зачет*				2	2	4	4			4
Итого	32						36			36

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 32 часа составляет лекционные занятия и 4 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

8. Образовательные технологии

-применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;

-использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

-преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

Основная литература

1. И. Сердюк, И. Заккаи, Дж. Заккаи. Методы в молекулярной биофизике: структура, функция, динамика. Том. 1. М.:КДУ, 2009, 568 с.
2. И. Сердюк, И. Заккаи, Дж. Заккаи. Методы в молекулярной биофизике: структура, функция, динамика. Том. 2. М.:КДУ, 2010, 736 с.
3. К. Уилсон и Дж. Уолкер. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 848 с.
4. Рубин А.Б., Биофизика, в 3-х томах. М.-Ижевск. Институт компьютерных исследований. 2013.
5. Современные методы биофизических исследований. Практикум по биофизике. Под ред. А.Б. Рубина. Москва. «Высшая школа», 1988.
6. Владимиров Ю.А., Проскурина Е.В. Лекции по медицинской биофизике. Москва. Изд-во МГУ. ИЦК «Академкника», 2007.
7. Е.А. Пермяков. Метод собственной люминесценции белка. Москва, Наука, 2003.
8. Ю.А. Владимиров, Г.Е. Добрецов. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. М. Наука. 1980.

9. Дж. Лакович. Основы флуоресцентной спектроскопии. М. Мир. 1986.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): www.analyt.chem.msu.ru
- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в ИПХФ РАН (аудитория МГУ).

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ: проф., д.ф-м.н. Котельников А.И., доц., к.ф-м.н. Горячев Н.С.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания для дисциплин гуманитарного, математического и естественнонаучного блока, а также химических дисциплин, не относящихся к специализациям, приведены в едином Приложении к учебным программам дисциплин «Карты компетенций выпускника специалитета». Данное Приложение является неотъемлемой частью учебных программ дисциплин, преподаваемых на факультете фундаментальной физико-химической инженерии.
2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к экзамену или зачету)

Материалы к текущей работе (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к экзамену или зачету). Приводятся из существующих программ.

Вопросы для тестовых опросов:

Раздел 1. Масс-спектрометрия биомолекул

1. Основные принципы масс-спектрометрии.
2. Масса. Заряд.
3. Ионы в электрическом и магнитном полях.
4. Методы ионизации.
5. Типы масс-спектрометров.
6. Разрешение и точность определения массы молекул.
7. Возможности структурно-функциональных исследований белков и нуклеиновых кислот методом масс-спектрометрии.

Раздел 2. Аналитическое и препаративное центрифугирование

1. Принцип центрифугирования. Конструкция современных аналитических и препаративных центрифуг.
2. Сила и ускорение при центрифугировании.

3. Скоростная седиментация.
4. Равновесная седиментация.
5. Седиментация в градиенте плотности.
6. Определение седиментационных и диффузионных коэффициентов биополимеров и наноструктур из данных скоростной седиментации.

Раздел 3. Электрофорез

1. Заряд молекулы и ее электрофоретическая подвижность.
2. Свободный электрофорез.
3. Электрофоретические методы в присутствии поддерживающей среды.
4. Типы гелей. Влияние размера пор геля на эффективность разделения белков.
5. Электрофорез в присутствии додецилсульфата натрия.
6. Изоэлектрическое фокусирование.
7. Двумерный гель-электрофорез.
8. Капиллярный электрофорез.

Раздел 4. Хроматография биополимеров

1. Дайте определение хроматографии. Классификация методов хроматографии.
2. Принципы колоночной хроматографии.
3. Основные параметры хроматографической колонки.
4. Режимы хроматографических процессов.
5. Типы матриц для хроматографии биополимеров.
6. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).
7. Быстрая жидкостная хроматография белков (FPLC).
8. Капиллярная электрохроматография.
9. Тонкослойная (планарная)хроматография.

Раздел 5. Абсорбционная спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях. Оптическая активность. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.

1. Понятие об электронных и колебательных уровнях молекул. Электронные переходы. Диаграмма Яблонского.
2. Спектрофотометрический метод. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
3. Особенности спектров поглощения аминокислот, нуклеиновых оснований, биополимеров и кофакторов.
4. Схема построения спектрофотометра: источник света, монохроматор, средства регистрации излучения.
5. Основные характеристики спектрофотометров.
6. Основные понятия об оптической активности, дисперсии оптического вращения и круговом дихроизме.

Раздел 6. ИК-спектроскопия биополимеров. Спектроскопия комбинационного рассеяния.

1. Спектрометры инфракрасного диапазона: дисперсионные спектрофотометры и спектрометры с фурье-преобразованием.
2. Измерения поглощения в тонких слоях
3. Теоретические основы ИК-спектроскопии. Колебательные моды многоатомных молекул.
4. Амидные полосы полипептидов и белков
5. Классическая спектроскопия комбинационного рассеяния.
6. Рамановские спектрометры и микроскопы.
7. Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния.
8. Гигантское комбинационное рассеяние и поверхностно-усиленная флуоресценция.

Раздел 7. Флуоресцентная спектроскопия биоструктур.

1. Флуоресценция как физическое явление.
2. Время жизни и квантовый выход флуоресценции.
3. Диаграмма Яблонского и Стоксов сдвиг.
4. Ферстеровский перенос возбуждения и тушение флуоресценции по обменному механизму.
5. Статическое и динамическое тушение.
6. Фосфоресценция.
7. Флуоресцентные и триплетные метки и зонды.
8. Флуоресцирующие белки.

Раздел 8. Оптическая и флуоресцентная микроскопия.

1. Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптики. Стандартный световой микроскоп.

2. Дифракционное ограничение разрешающей способности.
3. Микроскопия темного поля и фазово-контрастная микроскопия. Поляризационный микроскоп.
4. Конфокальная микроскопия.
5. Сканирующая микроскопия ближнего поля.

Раздел 9. Туннельная и атомно-силовая микроскопия.

1. Основные принципы туннельной или атомно-силовой микроскопии.
2. Способы получения изображения в атомно-силовой микроскопии: контактная и колебательные моды.
3. Визуализация биологических структур.
4. Объединение атомного силового микроскопа с микроскопом ближнего поля и методологией гигантского комбинационного рассеяния.