

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Физические методы исследования биомолекул и нанобъектов**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Знать:</b> актуальные направления исследований в области современной нанобиотехнологии биомолекул
<b>СПК-2.С.</b> Способен применять в нанобиотехнологии знание основных классов нанобиоматериалов и общих принципов физики наноструктур, методов создания и исследования нанобиоструктур	<b>СПК-2.С(итог)</b> применяет знание основных классов нанобиоматериалов, общих принципов физики наноструктур, методов создания и исследования нанобиоструктур при решении задач нанобиотехнологической направленности	<b>Знать:</b> физико-химические основы методов исследования биомолекул и нанообъектов <b>Уметь:</b> анализировать экспериментальные данные и предлагать комплекс физических методов для анализа биомолекул и нанообъектов

3. Объем дисциплины 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 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 90 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (42 часа занятия лекционного типа, 42 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 54 часа составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**Знать:** общие положения, законы и теории базовых химических и математических дисциплин, основы биохимии, основные классы биорганических соединений.

**Уметь:** применять сведения в области физической химии к решению упрощенных задач

**Владеть:** навыками анализа физико-химических параметров системы для предсказания возможных протекающих процессов, методами анализа экспериментальных данных.

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

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			
		Занятия лекционного типа	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. ИК-спектроскопия и спектроскопия КД	17	7	7				14	3		3
Тема 2. ЯМР биомолекул	17	7	7				14	3		3
Тема 3. Методы характеристики размеров нанобъектов в растворе	19	7	7			2	16	3		3
Тема 4. АСМ и СЗМ	17	7	7				14	3		3
Тема 5. Электронная микроскопия	17	7	7				14	3		3
Тема 6. Флуоресцентная микроскопия	19	7	7			2	16	3		3

Промежуточная аттестация <i>экза- мен</i>	38			2			2			36
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>90</b>			<b>54</b>

#### 6. 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.

7. **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):** конспекты лекций, литература из рекомендованного списка

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

##### 1. Конспекты лекций

#### Дополнительная литература

##### 1. Научные статьи и обзоры, предоставленные лекторами

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

#### 9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: доц. д.х.н. Кудряшова Е.В., доц. к.х.н. Громова Е.С., проф. д.х.н. Польшаков В.И., м.н.с. Евтушенко Е.Г., с.н.с.к.б.н. Голышев С.А., проф. д.х.н. Савицкий А.П.

### Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамен. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

#### Вопросы к экзамену:

- 1) Что такое эллиптичность? Какую информацию получают из анализа спектров КД в дальней УФ области? Ответ обоснуйте. Как осуществляется анализ КД спектров? Какие характеристические полосы в дальней КД области используют для анализа структуры белков?
- 2) Какой аналитический сигнал измеряется в ИК спектроскопии? Чем определяется частота валентных колебаний функциональных групп биомолекул? Какую информацию о структуре белка можно извлечь из анализа ИК спектров. Какую область в ИК спектре рассматривают для анализа структуры белков, как она называется и чему она соответствует?
- 3) ИК спектроскопия: что такое частота колебаний и что такое волновое число? Как они соотносятся между собой? Какова размерность этих двух величин? Почему несмотря на разнообразие аминокислот и функциональных групп в белках, ИК спектры белков не представляют собой «частокол» всевозможных пиков, а имеют только несколько характеристических полос поглощения. Чему они соответствуют? Как проявляются различия в ИК спектрах различных белков и в какой области?
- 4) Какую информацию несут спектры КД белков в области поглощения ароматических аминокислот? Ответ поясните.
- 5) Основные принципы и подходы к изучению олигонуклеотидов и олигорибонуклеотидов методами спектроскопии ЯМР. Ключевые параметры, используемые для отнесения сигналов фрагментов ДНК и РНК и расчета их структуры в растворе.
- 6) Каковы основные параметры ЯМР, используемые для расчета структуры белков и из каких этапов состоит процедура установления структуры белка?
- 7) Каковы основные требования к белку для возможности получения структурной информации о нем методом ЯМР? Требования к изотопному мечению белка в зависимости от его размера. Каковы основные критерии качества структур биомолекул в растворе, полученных методом ЯМР?
- 8) Основные подходы к получению белков, меченных стабильными изотопами ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^2\text{D}$ ) для их исследования методом ЯМР. Биосинтез белка в минимальной среде, биосинтез в бесклеточной системе.
- 9) Каковы основные методы ЯМР для изучения динамических свойств биомолекул в шкале времени от пикосекунд до часов?
- 10) Каковы основные методы отнесения сигналов белка в отсутствие изотопного мечения, для белков, обогащенных изотопом  $^{15}\text{N}$ , и для белков, меченых изотопами  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$ .
- 11) Принцип работы просвечивающего (трансмиссионного) электронного микроскопа, предельное разрешение ПЭМ, базовый принцип генерации контраста по массе-плотности. Какую информацию об объекте позволяет получать этот инструмент?
- 12). Взаимодействие электронного луча с веществом. Возникающие при этом вторичные излучения. Свободный пробег электронов в веществе. Объем взаимодействия электронного луча (electron beam interaction volume) с массивным образцом – форма и зоны.
- 13) Требования к образцу для исследования в просвечивающем (трансмиссионном) электронном микроскопе. Подготовка «неудобных» биологических образцов (клеток и образцов тканей) для исследования в просвечивающем (трансмиссионном) электронном микроскопе.

- 14) Сканирующий электронный микроскоп. Принцип работы и область применения. Вторичные и обратно-рассеянные электроны, их природа и свойства, их детектирование, информация об образце, которую они несут.
- 15) Требования к образцам для исследования в СЭМ и подготовка «мягкого» (клеток, образцов тканей, микро- (и не очень) организмов) биологического материала для такого исследования.
- 16) Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным лучом (FIB-SEM): возможности и области применения.
- 17) Принципы конфокальной микроскопии и двухфотонной (многофотонной) микроскопии. Сходство и различие.
- 18) Детекция одиночных молекул, флуоресцентная корреляционная микроскопия. Принцип метода. Информация, которая может быть получена этим методом.
- 19) Переход микроскопия- наноскопия. Функция распределения точечного источника света, поинтиллизм. Методы PALM/STORM.
- 20) Пределы разрешения для различных методов субдифракционной микроскопии.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: актуальные направления исследований в области современной нанобиотехнологии биомолекул Знать: физико-химические основы методов исследования биомолекул и нанобъектов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь: анализировать экспериментальные данные и предлагать комплекс физических методов для анализа биомолекул и нанобъектов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене