

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического  
факультета,  
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Методы исследования белков и нуклеиновых кислот**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

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

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Биоорганическая химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

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 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля): **Методы исследования белков и нуклеиновых кислот**
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.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>СПК-2.С.</b> Способность применять знания структуры, реакционной способности и биологических функций биополимеров, базовые понятия молекулярной и клеточной биологии при решении актуальных задач биохимии</p>	<p><b>Знать:</b> закономерности и принципы строения, свойств и биологических функций биополимеров и их компонентов  <b>Знать:</b> теоретические основы современных методов, применяемых для получения и исследования биополимеров и их компонентов  <b>Уметь:</b> грамотно спланировать эксперимент в области биоорганической химии  <b>Уметь:</b> применять теоретические знания для решения практических задач по исследованию биополимеров  <b>Уметь:</b> интерпретировать результаты экспериментов в области биоорганической химии  <b>Владеть:</b> современными представлениями о взаимосвязи между структурой биополимеров и их биологическими функциями</p>
<p><b>СПК-5.С</b> Владение на практике базовым арсеналом методов выделения, очистки, синтеза, модификации и анализа биополимеров и их компонентов, а также культивирования и фракционирования клеток</p>	<p><b>Знать:</b> стандартные приемы, применяемые для выделения, очистки, синтеза, модификации и анализа биополимеров и их компонентов, а также культивирования и фракционирования клеток  <b>Уметь:</b> использовать базовые знания и практические навыки для получения, идентификации и характеристики биополимеров и их компонентов</p>

6. 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 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 56 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 22 часа семинаров, 2 часа промежуточный контроль успеваемости), 16 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

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

Обучающийся должен:

**знать:** принципы строения и свойств биополимеров и их компонентов; теоретические основы базовых методов получения и исследования биологических объектов;

**уметь:** обсуждать результаты проведенного исследования; ориентироваться в современной литературе по теории методов и их применению в различных областях науки и производства;

**владеть:** основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления; базовыми навыками математической обработки и анализа результатов химического эксперимента.

8. 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. Хроматография		4	4					2		2

Тема 2. Электрофорез		2	2							
Тема 3. Микроскопия		0	2							
Тема 4. УФ-абсорбционная спектроскопия		4	0							
Тема 5. Люминесценция		4	0							
Тема 6. Круговой дихроизм (КД)		6	0					2		2
Тема 7. ЯМР-спектроскопия		6	0							
Тема 8. Рентгеноструктурный анализ		0	14					8		8
Тема 9. Масс-спектрометрия		6	0							
Промежуточная аттестация - <i>зачет</i>						2				4
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>56</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>16</b>

#### 9. Образовательные технологии.

- применение современных компьютерных методов анализа и визуализации пространственных структур;
- преподавание ведется в форме авторских курсов, составленных с учетом научных разработок сотрудников химфака МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Презентации лекций, конспекты лекций, основная и дополнительная учебная литература

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

##### 1. Презентации к лекциям.

## Дополнительная литература

1. Ч.Р.Кантор, П.Р.Шиммел, Биофизическая химия. М., "Мир", 1985, т. II и III.
2. К. Уилсон, Дж. Уолкер. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Пер. с англ. / Под ред. А.В. Левашова, В.И. Тишкова. М.: БИНОМ, 2015.
3. E.Kensal, W.van Holde, P.Curtis Johnson, Shing Ho. Principles of Physical Biochemistry, Prentice-Hall, Inc., New Jertsey, 1998.
4. И. Тиноко, К. Зауэр, Дж. Вэнг, Дж. Паглиси. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках, 2005, Изд: Техносфера.
5. И.Сердюк, Н.Заккаи, Дж.Заккаи. Методы в молекулярной биофизике, т.1 и 2, М: изд.КДУ, 2009г.
6. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. М.:, МЦНМО, 2002
7. Д. Фрайфельдер. Физическая биохимия. М., "Мир", 1980.
8. J. Kypr et al. Circular dichroism and conformational polymorphism of DNA. Nucleic Acids Research, 2009, Vol. 37, No. 6 1713–1725 doi: 10.1093/nar/gkp026
9. Sharon M. Kelly, Thomas J. Jess, Nicholas C. Price. How to study proteins by circular dichroism. Biochimica et Biophysica Acta 1751 (2005) 119 – 139 DOI: 10.1016/j.bbapap.2005.06.005
10. Williamson, M. P. (1993). NMR of proteins. Natural Product Reports, 10(3), 207. doi:10.1039/np9931000207
11. T. Carlomagno. NMR as a tool for structure determination of nucleic acids. 2015. EMBL, Heidelberg. [http://cwp.embo.org/wpc09-07/ftp/embo\\_carlomagno.pdf](http://cwp.embo.org/wpc09-07/ftp/embo_carlomagno.pdf)
12. J.R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, 2nd Edition, 1999.
13. 1. K. Wuthrich. NMR of Proteins and Nucleic Acids, A Wiley-Interscience Publication, 1986.
14. Circular Dichroism and Conformational Analysis of Biomolecules, ed.Fasman, Plenum Press, N.-Y. and London, 1996.
15. Introduction to Biophysical Methods for Protein and Nucleic Acid Research, ed. J.A. Glasel, M.P.Deutscher, 1995 Academic Press, London, N.-Y.
16. Л.А.Казицына, Н.Б.Куплетская. Применение УФ, ИК и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М., "Высшая школа", 1971.
17. Итоги науки и техники. Серия "Молекулярная биология", т.1, 2, 6 и 8. "Физические методы в молекулярной биологии", под ред. М.В.Волькенштейна. М., 1973-1976; т. 4, "Физико-химические методы в молекулярной биологии" под ред. Л.Л.Киселева. М., 1975. Серия "Биофизика", т.6, под ред. Ю.А.Владимирова. М., 1976.
18. П.Краббе. Применение хироптических методов в химии. М., "Мир", 1974.
19. Б.И.Ионин, Б.А.Ершов. ЯМР-спектроскопия в органической химии. Л., "Химия", 1967.
20. Методы практической биохимии. М., "Мир", 1978.
21. Л.А.Остерман. "Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и центрифугирование". М., "Наука", 1981.
22. Л.А.Остерман. "Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами". М., "Наука", 1983.

23. Л.А.Остерман. "Хроматография белков и нуклеиновых кислот". М., "Наука", 1985.
24. Практическая химия белка / Под ред. А. Дарбре. Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
25. Р.Скоупс. "Методы очистки белков". М., "Мир", 1985.
26. Е.Л.Стыскин, Л.Б.Ициксон, Е.В.Брауде. "Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография". М., "Химия", 1986.
27. Э.Гааль, Г.Медьеша, Л.Верецкеи. "Электрофорез в разделении биологических макромолекул", М., "Мир", 1982.
28. П.Ригетти. "Изоэлектрическое фокусирование". Теория, методы и применение. М., "Мир", 1986.
29. Nucleic Acids in Chemistry and Biology, Blackburn, G.M.; Gait, M.J.; Loakes, D.; Williams, D. (Eds.) 3d edition, The Royal Society of Chemistry 2006.

- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами), оборудованием для мультимедийных презентаций.

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

1. Громова Елизавета Сергеевна, д.х.н., проф., кафедра химии природных соединений. Тел. 8(495)9393144, E-mail: gromova@belozersky.msu.ru
2. Бачева Анна Владимировна, к.х.н., доц., кафедра химии природных соединений. Тел. 8(495)9395529, E-mail: anbach@belozersky.msu.ru
3. Зверева Мария Эмильевна, д.х.н., доц., кафедра химии природных соединений.
4. Родина Елена Валерьевна, к.х.н., доц., кафедра химии природных соединений. Тел 8(495)9395541, E-mail: rodina@belozersky.msu.ru.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

**Примеры вопросов к текущему контролю (контрольные работы, индивидуальное собеседование, устный опрос, письменное решение задач):**

**Примеры тем для обсуждения на семинарах:**

Сравнение методов определения вторичной структуры белков.

Какими методами можно исследовать взаимодействие белков с лигандами?

Детекция нуклеиновых кислот в геле и при гибридизации.

Определение геометрии двойной спирали нуклеиновых кислот с помощью КД.  
Применение спектральных методов для определения констант диссоциации белково-нуклеиновых комплексов.  
Как определить пространственную структуру белков в растворе?

**Примеры вопросов контрольных работ:**

Анализ ДНК-белковых конъюгатов методом «торможения» в ПААГ.

Опишите возможности применения 2D-электрофореза НК.

С чем может быть связано изменение УФ-спектра бычьего гамма-глобулина в щелочной среде?

Нарисуйте кривые плавления ДНК и РНК. Как из них определяется  $T_{пл}$ , кооперативность перехода и величина гипохромии? . Как влияет на  $T_{пл}$  НК ее CG-состав?

Чтобы вызвать флуоресценцию триптофансодержащего белка, светом какой длины волны нужно его облучать? Какой вид будет иметь спектр возбуждения?

Как с помощью флуоресценции определить локальное микроокружение ароматических остатков в белке?

Как, используя спектры флуоресценции, рассчитать расстояние между индольным донором и дансильным акцептором в молекуле, где эти флуорофоры соединены метиленовым мостиком  $(CH_2)_{10}$  ?

Что происходит при увеличении температуры со спектрами КД, УФ и ЯМР АрА и почему?

Если для двух веществ идентичны УФ-спектры, а спектры КД тоже идентичны за исключением того, что одна кривая положительная, а другая отрицательная, что можно сказать о структуре этих веществ?

Характеристика нативной и денатурированной формы тРНК по резонансу метильных протонов.

Роль небелковых хромофоров (на примере родопсина).

Будут ли отличаться и как УФ-спектры уридина и 5,6-дигидроуридина, СМР и  $^{13}C$ , аденозина и 6-амино-9-метилпурина?  
Нарисовать спектры.

Понятие об оптически активном хромофоре.

Полуэмпирический расчет КД тринуклеотидов.

Необычные типы вторичной структуры белков (по КД).

Поляризация флуоресценции.

Применение FRET для изучения белков и НК

Почему флуоресцирует GFP ?

Определение торсионных углов через константы спин-спинового взаимодействия в 1D и 2D ЯМР-спектрах НК.

Понятие о двумерном ЯМР белков. Вырожденность спектров 2D ЯМР некоторых аминокислот.

**Вопросы для подготовки к зачету**

**1. Хроматография**

Принципы хроматографического разделения. Типы хроматографии, применяемые в биохимии.



Ионообменная хроматография. Матрицы. Заряженные группы. Емкость и разрешающая способность сорбентов.

Гель-проникающая хроматография. Сорбенты. Режимы хроматографии.

Жидкостная хроматография высокого давления. Типы. Области применения.

Высокоэффективная тонкослойная хроматография.

Аффинная хроматография. Принцип. Типы лигандов. Способы элюции. Матрицы. Способы присоединения лигандов. Лиганды с групповой специфичностью: лектины, красители, олигонуклеотиды, белок А. Гидрофобная хроматография. Металлхелатная хроматография. Иммуноаффинная хроматография.

## **2. Электрофорез**

Принципы электрофоретического разделения макромолекул. Типы электрофореза (по носителю, технике проведения и типу приборов). Электрофорез в агарозном и полиакриламидном геле. Электрофорез в денатурирующих и неденатурирующих условиях. Визуализация биомолекул в геле. Ступенчатый (disc)-электрофорез. Двумерный электрофорез. Блоттинг: принцип, разновидности, применение.

Особенности электрофореза нуклеиновых кислот (размер молекул, наличие вторичной структуры, одно/двухцепочечные и линейные/кольцевые молекулы). Электрофорез олигонуклеотидов. Разделение топоизомеров. Сиквенсный гель нуклеиновых кислот. Выделение нуклеиновых кислот с геля. Электрофорез белков по Лэммли. Изоэлектрофокусирование белков. Торможение в геле для изучения комплексов белков с нуклеиновыми кислотами.

## **3. Микроскопия**

Электронная микроскопия. Принципы работы электронного микроскопа. Методы изучения макромолекулярных комплексов. Изучение вирусных частиц с помощью метода негативного контраста. Методы ультраструктурного изучения клеток. Подготовка образцов для ультраструктурного изучения, фиксация, обезвоживание и заключение в заливочные среды, получение ультратонких срезов и их контрастирование, современные методы подготовки образцов.

## **4. УФ-абсорбционная спектроскопия**

Взаимодействие электромагнитного излучения с молекулами. Энергетические уровни молекулы. Электронные спектры поглощения. Законы поглощения света. Понятие о дипольных моментах перехода и правилах отбора. Измерение спектров. Молекулярные орбитали органических соединений и электронные переходы. Связь электронных спектров со строением органических соединений.

Электронные переходы в гетероциклических основаниях. Влияние заместителей в кольце, таутомерии, рН и растворителя на электронные спектры мономерных компонентов НК. Гипохромный эффект и стэкинг-взаимодействия оснований. Спектры поглощения одно(двух)цепочечных олиго(поли)нуклеотидов и НК. Кривые «плавления», их дифференциальная форма, Т.пл., кооперативность перехода спираль-клубок. Их зависимость от длины нуклеотидной цепи, нуклеотидного состава, ионной силы, пространственной структуры НК. Определение стехиометрии комплексов олиго(поли)нуклеотидов; плавление триплексов.

УФ-спектры белков, вклады в поглощение отдельных хромофоров. Хромопротеиды. Спектры поглощения ароматических и серосодержащих аминокислот, влияние рН и полярности окружения хромофоров. Электронные переходы в пептидном хромофоре,

переход спираль-клубок. Применение методов дифференциальной спектроскопии, спектрофотометрического титрования и пертурбации растворителем для исследования конформации белков, взаимодействия белков с малыми молекулами и доступности белковых хромофоров растворителю. Спектрофотометрический анализ кинетики ферментативных реакций.

Определение концентрации белков и НК.

## **5. Флуоресценция**

Классификация явлений люминесценции. Синглетные и триплетные уровни молекулы. Спектры флуоресценции и возбуждения. Правило Стокса. Квантовые выходы. Тушение флуоресценции. Миграция энергии возбуждения (FRET). Время жизни возбужденного состояния. Поляризация флуоресценции. Измерение флуоресценции.

Собственная флуоресценция белков. Флуоресценция тирозин- и триптофан-содержащих белков. Изучение конформации белков, взаимодействия с другими молекулами, локализации флуорофоров, сворачивания-разворачивания белков. Внесенная флуоресценция, характеристика флуоресцентных меток и зондов, определение их микроокружения. Использование флуоресцентных меток, для изучения структуры белков и их взаимодействия с лигандами. Иммунофлуоресцентный анализ.

Зеленый флуоресцирующий белок (GFP) и его аналоги. Структура флуорофора. Области применения GFP- подобных белков.

Флуоресценция модифицированных производных НК: связь со структурой НК и исследование их взаимодействия с белками. Флуоресцирующие красители: их использование для детекции и сиквенса НК, при изучении гибридизации олигонуклеотидов и для ПЦР в реальном времени. Характеристика неканонических форм НК по флуоресценции эксимеров.

Использование FRET для определения расстояния между флуорофорами в биомолекулах. Определение констант диссоциации комплексов биомолекул по поляризации флуоресценции.

## **6. Круговой дихроизм (КД)**

Оптически активные вещества. Поляризованный по кругу свет. Возникновение оптического вращения и КД. Кривые КД и дисперсии оптического вращения. Коттон-эффект. Понятие о силе вращения. Измерение КД.

КД нуклеотидов. Связь знака и амплитуды Коттон-эффекта при 240-280 нм с конфигурацией и конформацией нуклеотидов. КД динуклеозидфосфатов - теоретическое рассмотрение и связь со вторичной структурой. КД одно-, двух- и трехцепочечных олиго(поли)нуклеотидов; влияние последовательности оснований, природы сахара и межнуклеотидных связей; изучение перехода спираль-клубок. КД в области поглощения модифицированных оснований.

КД ДНК и РНК. Определение А-, В-, Z-форм двойной спирали и неканонических структур ДНК (параллельные дуплексы, G-квартеты и др.). Изучение конформационных переходов в ДНК и ее взаимодействия с белками и малыми молекулами.

КД белков в области поглощения пептидного хромофора: количественная оценка содержания вторичной структуры; определение необычных структурных форм; изучение денатурации и фолдинга белков. КД белков в области поглощения ароматических аминокислот: влияние микроокружения хромофоров на КД белка; изучение третичной структуры и конформационных переходов в белках, активного центра ферментов. Оптическая активность, индуцированная лигандами. КД ДНК-белковых комплексов.

## **7. ЯМР-спектроскопия**

Ядерные магнитные моменты, условия резонанса. ЯМР-спектроскопия протонов и других ядер. Химический обмен. Процессы релаксации, ширина сигнала. Химический сдвиг. Локальное диамагнитное экранирование, магнитная анизотропия, парамагнитные эффекты. Спин-спиновое взаимодействие. Правила спектров 1-го порядка. Уравнение Карплуса. Измерение одномерных (1D) ЯМР-спектров. Понятие о Фурье-спектроскопии ЯМР. Ядерный эффект Оверхаузера. Двумерная (2D) спектроскопия ЯМР. Спектры COESY и NOESY, кросс-пики.

ПМР-спектры моно(олиго)нуклеотидов и олигонуклеотидных дуплексов. Отнесение сигналов от необменивающихся и обменивающихся протонов в 1D- и 2D-спектрах. Изучение конформации нуклеотидов, таутомерии оснований; геометрии стэкинга в олигонуклеотидах; образования комплементарных пар; пространственной структуры дуплексов, их устойчивости и содержания в них открытых форм; структуры необычных форм ДНК и взаимодействия ДНК с бороздочными и интеркалирующими лигандами. Пространственная структура РНК. Подходы к определению внутренней динамики ДНК.

ПМР-спектры аминокислот и белков. Способы отнесения сигналов. Исследование пространственной структуры белков, сворачивания белковой глобулы, фермент-субстратных комплексов, активных центров ферментов и НК-белковых взаимодействий. Подходы к исследованию белков с большой молекулярной массой. ЯМР-спектроскопия биополимеров на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$  и  $^{15}\text{N}$ .

### **8. Рентгеноструктурный анализ**

Назначение метода и основные результаты его применения в области структурной биологии. Принцип рентгеноструктурного эксперимента. Принципы и приемы кристаллизации. Использование синхронного и других видов рентгеновского излучения. Фазовая проблема и методы ее решения. Метод изоморфных замещений. Метод молекулярных замещений. Разрешение структуры. Ограничения метода. Использование вычислительной техники в рентгеноструктурных исследованиях. Методы уточнения структуры.

Основные направления современных рентгеноструктурных исследований. Анализ пространственных структур биополимеров. Приемы исследования динамики в кристалле. Исследование надмолекулярных комплексов – белок-белковых, белок-НК, вирусов, рибосом.

### **9. Масс-спектрометрия**

Основные принципы образования масс-спектра. Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров. Понятие о ESI- и MALDI-масс-спектрометрии. Чувствительность этих методов и их сравнительная оценка. Задачи, решаемые с помощью ESI-MS и MALDI-MS: определение молекулярных масс и структуры синтетических и выделенных из природных объектов биополимеров; исследование свертывания белков, нековалентных комплексов, первичной структуры биополимеров; анализ генома человека.

### 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>
<p><b>Знать:</b> закономерности и принципы строения, свойств и биологических функций биополимеров и их компонентов</p> <p><b>Знать:</b> теоретические основы современных методов, применяемых для получения и исследования биополимеров и их компонентов</p> <p><b>Знать:</b> стандартные приемы, применяемые для выделения, очистки, синтеза, модификации и анализа биополимеров и их компонентов, а также культивирования и фракционирования клеток</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p><b>Уметь:</b> грамотно спланировать эксперимент в области биоорганической химии</p> <p><b>Уметь:</b> применять теоретические знания для решения практических задач по исследованию биополимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

<p><b>Уметь:</b> интерпретировать результаты экспериментов в области биоорганической химии</p> <p><b>Уметь:</b> использовать базовые знания и практические навыки для получения, идентификации и характеристики биополимеров и их компонентов</p>	
<p><b>Владеть:</b> современными представлениями о взаимосвязи между структурой биополимеров и их биологическими функциями</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>