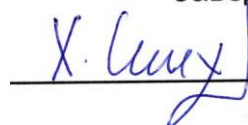


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
органической химии

  
(Х.С. Шихалиев)  
31.08.2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.01.02 Биополимеры**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

**04.06.01 – Химические науки**

**2. Профиль подготовки/специализация:**

**02.00.03 - Органическая Химия**

**3. Квалификация (степень) выпускника: исследователь, преподаватель-исследователь**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 1003 – органическая химия**

**6. Составители программы: д.х.н., доц. Шестаков А.С.**

**7. Рекомендована:**

**НМС химического факультета № 5 от 24.05.2018 г.**

**8. Учебный год: 2020/2021**

**Семестр(ы): 6**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

дать аспиранту представление об основных классах биополимеров, их структуре и функциях, взаимосвязи между строением и свойствами необходимыми для функционирования в живом организме, современных методах исследования биополимеров.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)  
курс входит в вариативную часть (блок дисциплины по выбору). Студент для изучения курса должен освоить курсы неорганической, органической, аналитической химии и биохимии. Студент должен иметь представления о строении и реакционной способности органических веществ, методах их анализа, строении и функциях биополимеров (ОПК-1, ПК-1, УК-1,4).

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: основные биополимеры, их строение и особенности. Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных профессиональных задач. Владеть: представлениями о методах исследования биополимеров.
УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке	Знать: риторические аспекты устной и письменной коммуникации на русском языке. Иметь представление о качествах хорошей речи и приемах речевого воздействия на русском языке. Уметь: использовать систему современных методов и технологий научной коммуникации, в том числе информационных, на русском и иностранном языке. Владеть: навыками создания на русском языке точной, логичной, ясной, выразительной, уместной речи и продуцирования текстов различных жанров научного и официально- делового стилей. Владеть иностранным языком на уровне В 2.
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности
ПК-1	способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по	знать: - современные методы исследования в предметной области: физико-химические методы исследования биополимеров; - конкретную область органической химии – биополимеры; уметь: - выбрать необходимые методы исследования и обосновать их применимость для решения поставленной задачи в области биополимеров; - сформулировать задачи научного исследования в области получения и изучения свойств биополимеров и выбрать необходимые методы их решения.

направленности (научной специальности) 02.00.03 Органическая химия	владеть (иметь навык(и)): - современными методами физико-химических исследований в области биополимеров.
---	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 2 /72.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) ЭКЗАМЕН.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			№ 6	№ сем.	.....
Аудиторные занятия	4		4		
в том числе: Индивидуальные занятия	4		4		
Самостоятельная работа	68		68		
Контроль	-		-		
Итого:	72		72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Представление о полимерах, особенность полимерного состояния вещества	Высокомолекулярные соединения и полимеры, представители биополимеров, полимерная цепь и ее гибкость, сегмент Куна, персистентная длина, фазовые переходы в полимерах
2	Белки, строение и функции	Принципы структурной организации белков, первичная структура, аминокислоты, современные методы установления первичной структуры, вторичная структура, карты Рамачандрана, методы установления вторичной структуры, до-мены, прионы, GFP, ренатурация, парадокс Левинтала, третичная и четвертичная структура, ферменты, иммуноглобулины, гемоглобин, коллаген, кератин
3	Нуклеиновые кислоты, строение и функции	Нуклеотиды, первичная структура ДНК, секвенирование, метилирование цитозина, гибкость ДНК, формы двойной спирали, ДНК как аperiодический кристалл, суперспирализация, топоизомеразы, первичная, вторичная и третичная структура РНК, рибозимы.
4	Полисахариды, строение и функции	Структурные, резервные и водорастворимые полисахариды, структура полисахаридов, моносахариды, важнейшие представители полисахаридов, целлюлоза, крахмал, гликозаминогликаны и гликопротеины
5	Методы исследования полимеров	Жидкостная хроматография биомолекул, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия, оптические пинцеты

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		ИЗ	Практические	Контроль	Самостоятельная работа	
1	Представление о полимерах, особенность полимерного состояния вещества	1	-	-	12	13
2	Белки, строение и функции	1	-	-	14	15
3	Нуклеиновые кислоты, строение и функции	1	-	-	14	15
4	Полисахариды, строение и функции	1	-	-	14	15
5	Методы исследования полимеров	-	-	-	14	14
Итого:		4			68	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гроссберг А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А.Ю. Гроссберг, А.Р. Хохлов – Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2010. – 304 с.
2	Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём – М. : «БИНОМ.Лаборатория знаний», 2009. – 470 с.
3	Уэй Т. Физические основы молекулярной биологии: Учебное пособие / Т. Уэй - Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2010. – 368 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем / Б. Нолтинг. М. Техносфера, 2005. – 256 с.
5	Коницев А.С. Молекулярная биология : учебное пособие для студ. пед. вузов / А.С. Коницев, Г.А. Севастьянова. М. : Изд. центр «Академия», 2005. – 400 с.
6	Кнорре Д.Г. Биологическая химия / Д.Г.Кнорре, С.Д.Мызина – М. : «Высшая школа», 2002. – 478 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
7	Библиотеки, в том числе цифровые (электронные) библиотеки, обеспечивающие доступ к профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам: ЭБС «Издательства «Лань» ЭБС «Консультант студента» ЭБС «Электронная библиотека технического вуза», комплект «Медицина. Здравоохранение (ВПО)» ЭБС «Университетская библиотека online» Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» Электронная библиотека ЗНБ ВГУ База данных РЖ ВИНТИ Научная электронная библиотека eLibrary.ru.ru Полнотекстовые БД зарубежных и российских научных журналов ( <a href="https://lib.vsu.ru/Электронные_каталоги/Поиск_полнотекстовых_БД">https://lib.vsu.ru/Электронные каталоги/Поиск полнотекстовых БД</a> )

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**  
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Мультимедийная техника: ноутбук, мультимедийный проектор, экран

**19. Фонд оценочных средств:**

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: основные биополимеры, их строение и особенности.	Разделы 1-5	Тест
	Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных профессиональных задач		
	Владеть: представлениями о методах исследования биополимеров		
УК-4 Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке	Знать: риторические аспекты устной и письменной коммуникации на русском языке. Иметь представление о качествах хорошей речи и приемах речевого воздействия на русском языке	Разделы 1-5	
	Уметь: использовать систему современных методов и технологий научной коммуникации, в том числе информационных, на русском и иностранном языке		
	Владеть: навыками создания на русском языке точной, логичной,		

	ясной, выразительной, уместной речи и продуцирования текстов различных жанров научного и официально-делового стилей. Владеть иностранным языком на уровне В 2.		
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации</p> <p>Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач</p> <p>Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности</p>	Разделы 1-5	Тест
ПК-1 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению (научной специальности) 02.00.03 Органическая химия	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследования в предметной области: физико-химические методы исследования биополимеров;</li> <li>- конкретную область органической химии – биополимеры</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать необходимые методы исследования и обосновать их применимость для решения поставленной задачи в области биополимеров;</li> <li>- сформулировать задачи научного исследования в области получения и изучения свойств биополимеров и выбрать необходимые методы их решения</li> </ul> <p>владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами физико-химических исследований в области биополимеров.</li> </ul>	Разделы 1-5	Тест

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом спектральных методов в органической химии;
- 2) умение связывать теорию с практикой на основе экспериментальных результатов, полученных при анализе данных ЯМР-спектроскопии;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, экспериментальными данными;
- 4) умение определять структуру органических соединений по комплексу данных ЯМР-спектроскопии;

5) владение основными методами определения строения спектральными методами.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».


Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Аспирант активно работал в ходе индивидуальных занятий, отвечает на большинство вопросов при собеседовании.	-	<i>Зачтено</i>
Аспирант не работал в ходе индивидуальных занятий, не отвечает на вопросы при собеседовании	–	<i>Не зачтено</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Высокомолекулярные соединения и полимеры, молекулярная масса и ее размерность, представители биополимеров, полимерная цепь и ее гибкость, сегмент Куна, размеры полимерного клубка в тета-условиях, хорошо и плохо растворителях, фазовые переходы в полимерах, мезофазы (нематик, смектик)
2. Белки, сравнение по строению и функциям с нуклеиновыми кислотами, функции белков, принципы структурной организации, первичная структура, аминокислоты, химический синтез белка по Меррифилду, современные методы установления первичной структуры (масс-спектрометрия), вторичная структура, карты Рамачандрана, методы установления вторичной структуры, домены, прионы, GFP, ренатурация рибонуклеазы, структурные детерминанты констант скоростей укладки белковой глобулы, парадокс Левинтала, третичная и четвертичная структура, ферменты, принципы ферментативного катализа, иммуноглобулины G, протеом.
3. ДНК, нуклеотиды, проблема тимин-урацил, минорные основания, первичная структура ДНК, метилирование цитозина, секвенирование (по Максаму-Гилберту, Сенгеру, пиросеквенирование, секвенирование в нанопорах), гибкость ДНК, формы двойной спирали (комплементарность, стекинг), плавление ДНК, ДНК как аperiодический кристалл, суперспирализация, топоизомеразы, глобулы ДНК, нуклеосомы, гистоны, хроматин.
4. РНК, виды рибонуклеиновых кислот, первичная, вторичная и третичная структура РНК, принципы строения рибосомы, рибозимы, сплайсинг, малые ядерные РНК.
5. Полисахариды, структурные, резервные и водорастворимые полисахариды, структура полисахаридов, моносахариды, важнейшие представители полисахаридов, целлюлоза, крахмал, гиалуроновая кислота, протеоглики и гликопротеины.
6. Оптические пинцеты: принцип действия и примеры использования; АСМ: принцип действия и устройства, использование в биологических нанотехнологиях; электронная микроскопия, просвечивающий и растровый микроскопы, возможности метода; жидкостная хроматография биомолекул (ионообменная, эксклюзионная, аффинная), техника HPLC; масс-спектрометрия: принципы метода, масс-спектрометры с электрической и магнитной фокусировкой, квадрупольные, времяпролетные, методы ESI и MALDI в масс-спектрометрии биополимеров, примеры использования (барстар-барназа, обнаружение биологической контаминации – finger print); рентгеноструктурный анализ, условия дифракции, метод подвешенной капли выращивания кристаллов, устройство рентгеновского дифрактометра; ЯМР, принцип метода, ядра, видимые в ЯМР, эффект Оверхаузера и многомерная спектроскопия ЯМР.

### **Тесты**

1. Парадокс Левинталя связан с:
  - а) наличием длинных палиндромов в структуре РНК; б) полиморфизмом цепей ДНК;
  - в) множеством возможных конформаций белка; г) ренатурацией ДНК
2. Глобула ДНК имеет форму:
  - а) клубка; б) спирали; в) сферы; г) тороида
3. IgG состоит из ... полипептидных цепей:
  - а) 1; б) 2; в) 3; г) 4
4. Переход прионов в патогенную форму связан с:
  - а) посттрансляционной модификацией; б) ошибками репликации;
  - в) изменением вторичной и третичной структуры; г) нарушением транскрипции
5. Не существует спирали ДНК:
  - а) A; б) B; в) E; с) Z
6. Микросфера в оптическом пинцете удерживается в продольном направлении:
  - а) инфракрасным излучением; б) рентгеновским излучением;
  - в) электрическим полем; г) магнитным полем
7. ЯМР нельзя наблюдать на ядрах:
  - а)  $^{12}\text{C}$ ; б)  $^{15}\text{N}$ ; в)  $^{19}\text{F}$ ; г)  $^1\text{H}$
8. Карты Рамачандрана описывают структуру:
  - а) клеточной мембраны; б) рибосомы; в) белка; г) РНК
9. В функционировании ДНК важную роль играет
  - а) гидрирование; б) метилирование; в) фосфорилирование; г) аминирование
10. Люцифераза используется при:
  - а) секвенировании в нанопорах; б) пиросеквенировании;
  - в) секвенировании по Максаму-Гилберту; г) секвенировании по Сенгеру
11. Не участвует в трансляции:
  - а) tRNA; б) rRNA; в) mRNA г) snRNA
12. D-глюкоза является мономерным звеном:
  - а) агарозы; б) инулина; в) амилопектина; г) хитина
13. В  $\theta$ -условиях расстояние между концами полимерной цепи пропорционально:
  - а)  $N^{1/3}$ ; б)  $N^{1/2}$ ; в)  $N^{2/3}$ ; г)  $N^{3/5}$
14. Мезоморфная фаза, представленная на  рисунке:
  - а) нематик; б) холестерик; в) смектик; г) изотропик
15. Гемоглобин содержит ... гем(а):
  - а) 1; б) 2; в) 3; г) 4



16. В состав хитозана входят функциональные группы:  
а)  $-\text{NH}_2$ ; б)  $-\text{COOH}$ ; в)  $-\text{SH}$ ; г)  $-\text{SO}_3\text{H}$
17. Агрекан это:  
а) нуклеопротеид; б) полипептид; в) протеогликан; г) гликопротеин
18. Разделение антител можно осуществить:  
а) аффинной хроматографией; б) адсорбционной хроматографией;  
в) ионообменной хроматографией; г) эксклюзионной хроматографией
19. Кантилевер используется в:  
а) АСМ; б) РСА; в) ТСХ; г) ЯМР
20. Двухтяжевая спираль ДНК образуется главным образом за счет ... связей:  
а) ван-дер-ваальсовых; б) водородных; в) ионных; г) гидрофобных
21. Для денатурации белка не используют:  
а) карбамид; б) глицерин; в)  $\beta$ -меркаптоэтанол; г) гуанидин
22. Плавление ДНК можно наблюдать с помощью:  
а) масс-спектрометрии; б) ионообменной хроматографии; в) РСА; г) УФ-спектрологии
23. Участвует в сплайсинге:  
а) tRNA; б) rRNA; в) DNA; г) snRNA
24. Субстратом топоизомераз являются:  
а) мРНК; б) углевод инулин; в) ДНК; г) полипептиды
25. STED-микроскопия является вариантом  
а) атомно-силовой микроскопии; б) оптической микроскопии;  
в) флуоресцентной микроскопии; г) электронной микроскопии

### Вопросы

1. Какие координаты используются в картах Рамачандрана?
2. Что такое сплайсинг?
3. Что находится в фокусе лазерного пучка в методе оптических пинцетов?
4. Что является субстратом топоизомераз?
5. Как расшифровывается GFP?
6. Что такое прецессия?
7. С чем связана карбоксильная группа первой аминокислоты в синтезе полипептидов по Меррифилдду?
8. Что детектируется при пиросеквенировании ДНК?
9. Где по отношению к образцу находится источник излучения в эпифлуоресцентном микроскопе.

10. Что такое прионы?
11. Что такое сегмент Куна?
12. Что такое фолдинг?
13. Что такое кантилевер?
14. Что такое нуклеосома?
15. Что является субстратом рибозима?
16. В чем отличие сканирующего электронного микроскопа от просвечивающего электронного микроскопа?
17. Чем тимин отличается от урацила?
18. Чем хитин отличается от хитозана?
19. Чем гликопротеины отличаются от протеогликанов?
20. В каком методе используется зависимость:  $n\lambda = 2d\sin\theta$  ?
21. Разновидностями какого метода являются ESI и MALDI?
22. В чем суть аффинной хроматографии?
23. Что находится на 3'-конце т-РНК?

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.