

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии  
Шестаков А.С.  
30.04.2020



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.01 Биополимеры**

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 04.06.01 Химические науки
- 2. Профиль подготовки:** Высокомолекулярные соединения
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** исследователь, преподаватель-исследователь
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
- 6. Составители программы:**  
Шестаков Александр Станиславович, д.х.н., доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол № 3 от 19.03.2020
- 8. Учебный год:** 2022-2023                      **Семестр:** 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:**

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-12)

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
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-12	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии высокомолекулярных соединений 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 в химии высокомолекулярных соединений 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 в химии высокомолекулярных соединений Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности в химии высокомолекулярных соединений

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах – 2 / 72.****Форма промежуточной аттестации**

зачет

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			№ сем	сем. №6	.....
Аудиторные занятия	4			4	

в том числе:	лекции	-			-	
	практические	-			-	
	лабораторные	-			-	
	Индивидуальные занятия	4			4	
	Самостоятельная работа	68			68	
	Итого:	72			72	
	Форма промежуточной аттестации				зачет	

### 13.1 Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
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	ЭУМК «Спецглавы химических наук (биополимеры)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2308">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2308</a>
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, домены, прионы, GFP, ренатурация, парадокс Левинталя, 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 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		ИЗ	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
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.)

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «MOOK ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

**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	Гросберг А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А.Ю. Гросберг, 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 (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
7	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
8	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
9	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
10	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
11	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
12	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
13	ЭУМК «Спецглавы химических наук (биополимеры)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2308">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2308</a>

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

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

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соц-сетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

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

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

1. Ноутбук
2. Проектор
3. Экран

**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)
ОПК-1	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	Разделы 1-5	Тест
ПК-12	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации в химии высокомолекулярных соединений Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной ли-	Разделы 1-5	Тест

	тературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач в химии высокомолекулярных соединений Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности в химии высокомолекулярных соединений		
Промежуточная аттестация			КИМ

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

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

- 1) знание базовой терминологии, относящейся к биополимерам;
- 2) знание фундаментальных задач в области биополимеров;
- 3) владение представлениями о методах исследования биополимеров и приемами работы с этими объектами.

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

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Оценка	Критерии оценок
<b>Зачтено</b>	Аспирант активно работал в ходе индивидуальных занятий, отвечает на большинство вопросов при собеседовании.
<b>Не зачтено</b>	Аспирант не работал в ходе индивидуальных занятий, не отвечает на вопросы при собеседовании

## 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, хорошем и плохом 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 Меррифильту, 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 Максому-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.

### 19.3.2 Тестовые задания (пример)

- Парадокс Левинталя связан с:
  - наличием длинных палиндромов в структуре РНК;
  - полиморфизмом цепей ДНК;
  - множеством возможных конформаций белка;
  - ренатурацией ДНК
- Глобула ДНК имеет форму:
  - клубка;
  - спирали;
  - сферы;
  - тороида
- IgG состоит из ... полипептидных цепей:
  - 1;
  - 2;
  - 3;
  - 4
- Переход прионов в патогенную форму связан с:
  - посттрансляционной модификацией;
  - ошибками репликации;
  - изменением вторичной и третичной структуры;
  - нарушением транскрипции
- Не существует спирали ДНК:
  - A;
  - B;
  - E;
  - Z
- Микросфера в оптическом пинцете удерживается в продольном направлении:
  - инфракрасным излучением;
  - рентгеновским излучением;
  - электрическим полем;
  - магнитным полем
- ЯМР нельзя наблюдать на ядрах:
  - $^{12}\text{C}$ ;
  - $^{15}\text{N}$ ;
  - $^{19}\text{F}$ ;
  - $^1\text{H}$
- Карты Рамачандрана описывают структуру:
  - клеточной мембраны;
  - рибосомы;
  - белка;
  - РНК
- В функционировании ДНК важную роль играет
  - гидрирование;
  - метилирование;
  - фосфорилирование;
  - аминирование
- Люцифераза используется при:
  - секвенировании в нанопорах;
  - пиросеквенировании;
  - секвенировании по Максому-Гилберту;
  - секвенировании по Сенгеру
- Не участвует в трансляции:
  - tRNA;
  - rRNA;
  - mRNA
  - snRNA
- D-глюкоза является мономерным звеном:
  - агарозы;
  - инулина;
  - амилопектина;
  - хитина
- В  $\theta$ -условиях расстояние между концами полимерной цепи пропорционально:
  - $N^{1/3}$ ;
  - $N^{1/2}$ ;
  - $N^{2/3}$ ;
  - $N^{3/5}$
- Мезоморфная фаза, представленная на рисунке:
  - нематик;
  - холестерик;
  - смектик;
  - изотропик
- Гемоглобин содержит ... гем(а):
  - 1;
  - 2;
  - 3;
  - 4
- В состав хитозана входят функциональные группы:
  - $-\text{NH}_2$ ;
  - $-\text{COOH}$ ;
  - $-\text{SH}$ ;
  - $-\text{SO}_3\text{H}$
- Агрекан это:
  - нуклеопротеид;
  - полипептид;
  - протеогликан;
  - гликопротеин
- Разделение антител можно осуществить:
  - аффинной хроматографией;
  - адсорбционной хроматографией;
  - ионообменной хроматографией;
  - эксклюзионной хроматографией
- Кантилевер используется в:
  - АСМ;
  - РСА;
  - ТСХ;
  - ЯМР
- Двухтяжевая спираль ДНК образуется главным образом за счет ... связей:
  - ван-дер-ваальсовых;
  - водородных;
  - ионных;
  - 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-спектроскопии
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 Мерри-фильду?
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 и тестирования. 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. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше. При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.