

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии

В.Г. Артюхов

15.05.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.1.В.04 Физико-химические основы функционирования биосистем**

**1. Шифр и наименование направления:**

06.06.01 Биологические науки

**2. Профиль подготовки:**

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

исследователь, преподаватель-исследователь

**4. Форма обучения:**

очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра биофизики и биотехнологии

**6. Составители программы:**

Калаева Елена Анатольевна, канд. биол. наук

**7. Рекомендована:** НМС медико-биологического (биолого-почвенного) факультета,  
протокол № 2 от 15.05.2019 г.

**8. Учебный год:** 2021/2022

**Семестр(ы):** 6

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: освоение современных представлений о физико-химических основах функционирования биосистем.

Задачи: изучить физические принципы, лежащие в основе образования и функционирования биосистем различного уровня организации; изучить пространственную организацию биополимеров; динамические свойства белков; электронные свойства биополимеров; физико-химические основы процессов биосинтеза белка; современные представления о гене; механизмы переноса и трансформации энергии в биоструктурах; математические модели основных жизненных процессов; механизмы межклеточной сигнализации; механизмы сигнальной трансдукции в клетках; механизмы клеточной гибели.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Является дисциплиной вариативной части профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

### 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	
ПК – 3	способность и готовность исследовать механизмы действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов	знать: теоретические основы механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов; уметь: планировать и осуществлять исследования механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов; владеть (иметь навык(и)): исследования механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов.

### 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 ЗЕТ / 144 ч.

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Аудиторные занятия	18	18
в том числе: лекции	18	18
практические	-	--
лабораторные	-	--
Самостоятельная работа	126	126
Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой	0	0
Итого:	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Макромолекула как основа организации биоструктур. Внутри- и межмолекулярные связи и взаимодействия.	Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Пептидная связь и ее свойства. Валентные связи и углы между ними. Водородные связи. Гидрофобные взаимодействия. Дисульфидные связи.
1.2	Особенности пространственной организации белков. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот. Динамические свойства биополимеров.	Первичная структура белка. Пептидная группа. Разрешенные конформации аминокислотного остатка. Мезомерия пептидной связи. Вторичная структура полипептидов. Спирали: $2_7$ , $3_{10}$ , $\alpha$ , poly(Pro). Антипараллельная и параллельная $\beta$ -структура. Роль доменов в пространственной организации молекул ферментов. Структурные мотивы. Фибриллярные белки, их функции и их периодичные первичные и вторичные структуры. Мембранные белки. Глобулярные белки. Роль четвертичной структуры в стабилизации молекулы белка. Первичная, вторичная и третичная структура ДНК. Уровни организации хроматина. Гетерогенность РНК. Структура и функции транспортной РНК. Особенности строения и роль матричной РНК. Структура и функции рибосомной РНК и рибосом.
1.3	Особенности межмолекулярных взаимодействий в биомембранах	Особенности межмолекулярных взаимодействий в мембранах. Физические основы внутримембранных взаимодействий. Липид-липидные, белок-липидные и белок-белковые взаимодействия в мембранах, их роль в функционировании биомембран. Понятие об аннулярных липидах. Развитие представлений о структурной организации биомембран. Модели биомембран.
1.4	Современные представления о механизмах взаимодействия фермента и субстрата.	Активный центр ферментов. Субстратсвязывающий и каталитический сайты активных центров. Активные центры простых и сложных ферментов. Формирование активного центра на границе между доменами.
1.5	Современные представления о синтезе белков.	Три стадии синтеза белка: инициация, элонгация, терминация. Транспорт белка в клетке. проблема сворачивания полипептидной цепи в нативную конформацию. Шапероны. Краудинг.
1.6	Механизмы репарации ДНК. Механизмы репликации ДНК. Синтез и процессинг РНК.	Ферменты и белки репликации. Особенности механизма репликации у прокариот и эукариот. Исправление ошибок при репликации. Синтез и процессинг РНК. Альтернативный сплайсинг.
1.7	Стратегии генетического контроля.	Мозаичная структура гена. Регуляторные и структурные области гена. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Теория оперона. Лактозный, триптофановый и гистидиновый опероны. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Изменение организации хроматина. Изменение количества генов. Перестройка генов. Регуляция транскрипции.
1.8	Организация ядерного генома.	Определение понятия геном. Структура генома прокариот и эукариот. Уникальные последовательности и повторы. Мобильные генетические элементы.
1.9	Общая характеристика способов межклеточной сигнализации.	Общая характеристика способов межклеточной сигнализации: сигнализация с помощью растворимых молекул (эндокринная, паракринная, синаптическая), рецепторов клеточной поверхности, коммуникационных контактов. Характеристика рецепторов. Взаимодействия лиганд-рецептор. Гормоны. Гистогормоны. Нейромедиаторы, нейромодуляторы. Механизмы действия на клетки-мишени. Контактная сигнализация при помощи молекул клеточной поверхности. Адгезивные молекулы клеток. Интегрины. Иммуноглобулины. Селектины.

		Кадгерины. Внеклеточный матрикс. Щелевые соединения.
1.10	Механизмы передачи информации с участием рецепторов клеточной поверхности.	Взаимодействия клеток иммунной, нервной и эндокринной систем. Нарушения межклеточных взаимодействий в опухолевых клетках. Взаимодействия опухолевых клеток и клеток организма-опухоленосителя. Взаимодействия опухолевых и иммунных клеток. Межклеточные взаимодействия лимфоцитов. Межклеточные взаимодействия нейтрофилов. Межклеточные взаимодействия эритроцитов.
1.11	Механизмы гибели клеток. Апоптоз. Некроз. Аутофагия.	Общая характеристика механизмов клеточной гибели. Апоптоз. Некроз. Аутофагия. Типы апоптоза и их физиологическая роль. Пусковые факторы апоптоза. Пути реализации апоптоза и их регуляция. Патологии организма человека, связанные с нарушением процессов апоптоза.
<b>2. Практические занятия</b>		
Не предусмотрены		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
Не предусмотрены		

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Макромолекула как основа организации биоструктур. Внутри- и межмолекулярные связи и взаимодействия.	1	—	—	12	13
1.2	Особенности пространственной организации белков. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот. Динамические свойства биополимеров.	2	—	—	12	14
1.3	Особенности межмолекулярных взаимодействий в биомембранах	1	—	—	12	13
1.4	Современные представления о механизмах взаимодействия фермента и субстрата.	1	—	—	12	13
1.5	Современные представления о синтезе белков.	2	—	—	11	13
1.6	Механизмы репарации ДНК. Механизмы репликации ДНК. Синтез и процессинг РНК.	2	—	—	11	13
1.7	Стратегии генетического контроля.	2	—	—	11	13
1.8	Организация ядерного генома.	1	—	—	12	13
1.9	Общая характеристика способов межклеточной сигнализации.	2	—	—	11	13

1.10	Механизмы передачи информации с участием рецепторов клеточной поверхности.	2	—	—	11	13
1.11	Механизмы гибели клеток. Апоптоз. Некроз. Аутофагия.	2	—	—	11	13
	Итого:	18	—	—	126	144

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

##### Проработка конспектов лекций, материалов учебника:

Внимательно ознакомьтесь с программой, учебным и календарным планами, с вопросами к аттестации. Изучая эти документы, постарайтесь вспомнить соответствующий учебный материал общих дисциплин – математики, биологии, экологии и др. Выпишите в рабочую тетрадь те понятия, идеи и проблемы, которые вам незнакомы или встретились при изучении этих документов впервые. Изучайте учебный материал последовательно, соответственно рабочему плану. В случае необходимости возвращайтесь к учебникам по общим дисциплинам, обращайтесь к рекомендованной учебной литературе. При изучении каждой темы выписывайте новые понятия и термины в рабочую тетрадь. Используя глоссарий, учебники, энциклопедические словари, Интернет-ресурсы и другие информационные источники, раскройте их смысл. Внимательно ознакомьтесь с контрольными вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе. Из перечня тестов выберите те, которые относятся к изучаемой теме. Выполните их. Если Вы не можете ответить на тестовый вопрос, вновь обратитесь к теоретическому материалу. Вычлените концептуальные идеи, заложенные в учебном материале, раскройте их смысл, обоснуйте и выпишите в рабочую тетрадь. Составьте по теме опорный конспект в виде плана-ответа на вопросы, выносимые на аттестацию.

##### Подготовка к промежуточной аттестации

Внимательно ознакомьтесь с вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе. Из перечня тестов выберите те, которые относятся к изучаемой теме. Выполните их. Если не можете ответить на тестовый вопрос, вновь обратитесь к теоретическому материалу.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

##### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Биофизика: учебник для вузов / под ред. В.Г. Артюхова. – Екатеринбург: Академический проект, 2013. – 294 с.
2.	Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 220 с.
3.	Северин Е.С. Биохимия / Е. С. Северин. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 768 с. —ЭБС "Медицина. Здравоохранение (ВПО)". - URL: <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>

##### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Артюхов В.Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 156 с.
5.	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических

	систем / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. – 240 с.
6.	Артюхов В.Г. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 296 с.
7.	Жеребцов Н.А. Биохимия: учеб. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. - 696 с.
8.	Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика : / И.Ф. Жимулев. — 5-е изд. — Новосибирск : Сиб. университет. изд-во, 2008 . — 497 с.
9.	Олигомерные белки: структурно-функциональные модификации и роль субъединичных контактов / В.Г. Артюхов [и др.]. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 264 с.
10.	Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В.В. Попов .— М. : ЛИБРОКОМ, 2009 .— 298 с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2.	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> – ЭБС «Издательства «Лань»
3.	<a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека online»
4.	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> - электронная научная библиотека
5.	<a href="http://www.molbiol.ru">www.molbiol.ru</a> - учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.
6.	<a href="http://www.swissprot.com">www.swissprot.com</a> – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов
7.	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a> – текстовая база данных медицинских и биологических публикаций на английском языке, на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Артюхова ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. - 314 с.
2	Финкельштейн А.В. Физика белка: Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами. 3 изд. испр. и доп. / А.В. Финкельштейн, О.Б. Птицын. - М.: КДУ, 2012. - 456 с. <a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_66115#365">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_66115#365</a>

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

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

Типовое оборудование аудитории для лекционных занятий (Ноутбук Asus X55A/X55A, проектор Sanyo).

**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	ФОС (средства оценивания)

<p>ПК–3 - способность и готовность исследовать механизмы действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов</p>	<p>знать: теоретические основы механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов</p> <p>уметь: планировать и осуществлять исследования механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов</p> <p>владеть (иметь навык(и)): исследования механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов</p>	<p>наименование)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Макромолекула как основа организации биоструктур. Внутри- и межмолекулярные связи и взаимодействия.</li> <li>2. Особенности пространственной организации белков. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот. Динамические свойства биополимеров.</li> <li>3. Особенности межмолекулярных взаимодействий в биомембранах</li> <li>4. Современные представления о механизмах взаимодействия фермента и субстрата.</li> <li>5. Современные представления о синтезе белков.</li> <li>6. Механизмы репарации ДНК. Механизмы репликации ДНК. Синтез и процессинг РНК.</li> <li>7. Стратегии генетического контроля.</li> <li>8. Организация ядерного генома.</li> <li>9. Общая характеристика способов межклеточной сигнализации.</li> <li>10. Механизмы передачи информации с участием рецепторов клеточной поверхности.</li> <li>11. Механизмы гибели клеток. Апоптоз. Некроз. Аутофагия.</li> </ol>	<p>Вопросы к зачету № 1-70</p>
<p>Промежуточная аттестация</p>			<p>Реферат</p>

## 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 учебного материала и владение понятийным аппаратом физико-химической биологии;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять полученные теоретические знания для решения исследовательских практических задач;
- 5) владение способами анализа физических и физико-химических основ функционирования биосистем и их компонентов, механизмов действия физико-химических факторов на структурно-функциональное состояние макромолекул, их комплексов и клеток живых организмов.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области профессиональной подготовки. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, раскрыто основное содержание материала. В основном правильно даны определения, понятия. Ответ самостоятельный. Материал изложен неполно, допущены неточности при формулировании выводов и использовании терминов.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно. Определения и понятия даны не чётко. Допущены ошибки при формулировании выводов. Неумение использовать знания, полученные ранее.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Основное содержание учебного материала не раскрыто. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Допущены грубые ошибки в определениях.	–	Неудовлетворительно

## 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. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия.
2. Водородные связи.
3. Гидрофобные взаимодействия.
4. Дисульфидные связи.
5. Первичная структура белка. Валентные связи и углы между ними. Разрешенные конформации аминокислотного остатка.
6. Пептидная группа. Пептидная связь и ее свойства. Мезомерия пептидной связи.
7. Вторичная структура полипептидов. Спирали:  $2_7$ ,  $3_{10}$ ,  $\alpha$ , poly(Pro).

8. Антипараллельная и параллельная  $\beta$ -структура.  $\beta$ -изгибы.
9. Надвторичная структура белка. Структурные мотивы.
10. Роль доменов в пространственной организации молекул белков.
11. Фибриллярные белки, особенности строения, функции.
12. Мембранные белки, особенности строения, функции.
13. Глобулярные белки, особенности строения, функции.
14. Принципы пространственной организации молекул белков, проблема сворачивания полипептидной цепи в нативную конформацию. Шапероны. Краудинг.
15. Роль четвертичной структуры в стабилизации молекулы белка.
16. Первичная, вторичная и третичная структура ДНК.
17. Уровни организации хроматина.
18. Структура и функции транспортной РНК.
19. Особенности строения и роль матричной РНК.
20. Структура и функции рибосомной РНК и рибосом.
21. Особенности межмолекулярных взаимодействий в мембранах.
22. Физические основы внутримембранных взаимодействий. Липид-липидные, белок-липидные и белок-белковые взаимодействия в мембранах, их роль в функционировании биомембран.
23. Понятие об аннулярных липидах.
24. Развитие представлений о структурной организации биомембран. Модели биомембран.
25. Активный центр ферментов. Субстратсвязывающий и каталитический сайты активных центров.
26. Особенности каталитического действия ферментов. Единицы ферментативной активности. Факторы, определяющие активность ферментов.
27. Активные центры простых и сложных ферментов.
28. Формирование активного центра на границе между доменами.
29. Стадии синтеза белка: инициация, элонгация, терминация.
30. Транспорт белка в клетке.
31. Ферменты и белки репликации.
32. Особенности механизма репликации у прокариот и эукариот.
33. Исправление ошибок при репликации.
34. Синтез РНК.
35. Процессинг РНК. Альтернативный сплайсинг.
36. Мозаичная структура гена. Регуляторные и структурные области гена.
37. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Теория оперона. Лактозный, триптофановый и гистидиновый опероны.
38. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Изменение организации хроматина. Изменение количества генов. Перестройка генов. Регуляция транскрипции.
39. Определение понятия геном. Структура генома прокариот и эукариот.
40. Уникальные последовательности и повторы.
41. Мобильные генетические элементы.
42. Общая характеристика способов межклеточной сигнализации: сигнализация с помощью растворимых молекул (эндокринная, паракринная, синаптическая), рецепторов клеточной поверхности, коммуникационных контактов.
43. Рецепторы гормонов, их характеристика. Взаимодействия лиганд-рецептор.
44. Циркулирующие гормоны: место образования, классификация.
45. Механизмы действия гидрофильных и гидрофобных гормонов на клетки-мишени.
46. Гистогормоны. Определение, классификация, механизмы действия на клетки-мишени.
47. Интерлейкины.
48. Фактор некроза опухолей.
49. Интерфероны.
50. Нейромедиаторы, нейромодуляторы. Механизмы действия на клетки-мишени. Ионотропные и метаботропные рецепторы.
51. Сигналтрансдукторные системы клетки. Характеристика компонентов каскада передачи информации в клетку.
52. цАМФ-опосредованные пути передачи сигнала.

53. цГМФ-опосредованные пути передачи сигнала.
54. NO как внутриклеточный мессенджер. NO как нейромедиатор. Цитотоксическое действие NO.
55. Пути передачи сигнала, опосредованные липидами (диацилглицерол, инозитолтрифосфат) и ионами кальция, другими липидами (эйкозаноидами).
56. Контактная сигнализация при помощи молекул клеточной поверхности. Адгезивные молекулы клеток. Интегрины. Иммуноглобулины. Селектины. Кадгерины.
57. Внеклеточный матрикс.
58. Щелевые соединения.
59. Взаимодействия клеток иммунной, нервной и эндокринной систем.
60. Нарушения межклеточных взаимодействий в опухолевых клетках. Взаимодействия опухолевых клеток и клеток организма-опухоленосителя.
61. Взаимодействия опухолевых и иммунных клеток.
62. Межклеточные взаимодействия лимфоцитов.
63. Межклеточные взаимодействия нейтрофилов.
64. Межклеточные взаимодействия эритроцитов.
65. Общая характеристика механизмов клеточной гибели.
66. Пусковые факторы апоптоза. Типы апоптоза и их физиологическая роль.
67. Пути реализации апоптоза и их регуляция.
68. Некроз.
69. Аутофагия.
70. Патологии организма человека, связанные с нарушением процессов апоптоза.

#### **19.3.6 Темы рефератов**

1. Макромолекулы как основа организации биоструктур.
2. Особенности пространственной организации белков.
3. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот.
4. Динамические свойства биополимеров.
5. Особенности межмолекулярных взаимодействий в биомембранах
6. Современные представления о механизмах взаимодействия фермента и субстрата.
7. Современные представления о синтезе белков.
8. Механизмы репарации ДНК.
9. Механизмы репликации ДНК.
10. Синтез и процессинг РНК.
11. Стратегии генетического контроля.
12. Организация ядерного генома.
13. Общая характеристика способов межклеточной сигнализации.
14. Механизмы передачи информации с участием рецепторов клеточной поверхности.
15. Механизмы гибели клеток. Апоптоз. Некроз. Аутофагия.

#### **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, фронтальная беседа). 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 темы рефератов, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

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