

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

« 29 » мая 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Б1.Б.21 МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль)/  
специализация Зоология

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.21 МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Программу составил(и):  
Хаблюк В. В., к.б.н., доцент



---

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.21 МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ утверждена на заседании кафедры биохимии и физиологии протокол № 12 «15» мая 2020 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) Худокормов А.А.



---

подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры зоологии протокол № 10 «15» мая 2020 г.  
Заведующий кафедрой (выпускающей) Кустов С.Ю.



---

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 7 «26» мая 2020 г.  
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



---

подпись

Рецензенты:

Тюрин В.В., зав. каф. генетики, микробиологии и биотехнологии КубГУ, доктор биол. наук, доцент

Светличная М.А., зав. отделом молекулярно-генетической диагностики ООО "СЛ МЕДИКАЛГРУП", канд. биол. наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

«Молекулярная биология» подготовить специалистов в области молекулярной биологии, обладающих глубокими фундаментальными знаниями о принципах хранения, передачи и реализации генетической информации и прикладных аспектах данных проблем, способных рационально проводить поисковые экспериментальные исследования, эффективно использовать в научно-исследовательской и практической работе современные методы молекулярной биологии и смежных наук, обобщать и анализировать полученные результаты.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

1. Ознакомление с современными представлениями о структурной организации информационных макромолекул, взаимозависимости между их структурой и биологическими функциями.

2. Приобретение современных знаний о строении нуклеиновых кислот, о строении и классификации генов в геноме.

3. Формирование современных представлений о механизмах реализации генетической информации у вирусов, фагов, про- и эукариот в ходе основных клеточных процессов репликации, транскрипции, трансляции и регуляции этих процессов.

4. Приобретение современных представлений о механизмах репарации поврежденной ДНК, проявлениях нестабильности генома при онкогенезе и молекулярно-биологические основы возникновения жизни на Земле.

5. Освоение основных методов генной инженерии и молекулярной биологии, необходимых для изучения и модификации нуклеиновых кислот, а также кодируемых ими белков.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Молекулярная биология» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Молекулярная биология развивается на стыке биологических и физико-химических дисциплин, исторически развилась в самостоятельную науку из биохимии, генетики и молекулярной физики, создав новые дисциплины, как генетическую инженерию, биоинформатику, геномику, протеомику и «обратную» генетику. Молекулярная биология охватывает также многие области клеточной биологии и включает в себя отдельные разделы биохимии, биофизики и цитологии.

Для успешного освоения «Молекулярной биологии» студенты должны обладать знаниями, полученными при изучении таких предметов как органическая химия, физическая и коллоидная химия, аналитическая химия, биохимия, генетика, микробиология, цитология, физика, иметь навыки работы в биохимической и микробиологической лаборатории (знать правила техники безопасности).

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК- 5)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	Способностью применять знания принципов клеточной организации биологических	- основы структурной организации и функционирования основных информационных	- осуществлять деятельность по охране и изучению живой	- навыками самостоятельной работы с литературой по молекулярной

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		<p>объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	<p>ных биомолекул клетки, субклеточных органелл; основы механизмов межмолекулярного взаимодействия;</p> <p>- молекулярные принципы сохранения генетической информации в ряду поколений;</p> <p>- молекулярные механизмы передачи генетической информации горизонтально и вертикально;</p> <p>- молекулярные механизмы реализации или умолчания генетической информации;</p> <p>- молекулярные механизмы регуляции генетических процессов;</p> <p>- о спонтанных и запрограммированных перестройках генома;</p> <p>- о механизмах возникновения</p>	<p>природы</p> <p>- проводить работу по использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях</p> <p>- разрабатывать нормативные документы в своей области деятельности</p> <p>- выполнять лабораторные исследования</p> <p>- анализировать результаты лабораторных исследований, систематизировать результаты лабораторных анализов;</p> <p>- проводить экспериментальные исследования, формулировать их задачу, участвовать в разработке и реализации новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов;</p> <p>- следить за соблюдением законодательс</p>	<p>биологии, биоинформатики, геномике, протеомике и базами данных по последовательностям;</p> <p>- компьютерной техникой применительно к экспериментальной молекулярной биологии, геномике и протеомике;</p> <p>- навыками работы в лаборатории молекулярной биологии, молекулярной генетике, микробиологии, лаборатории ПЦР и «чистых» боксах;</p> <p>- навыками пересчета кратностей концентраций и принципов работы с микроколлическими реактивами, эппендорфовскими пробирками и центрифугами.</p>

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			и лечения наследуемых заболеваний; - об этических и правовых проблемах исследования генома человека; - о перспективах создания генетических паспортов населения; - о перспективах и проблемах создания генетически модифицированных организмов; - о перспективах внедрения методов молекулярной биологии в классические биологические дисциплины.	тва РФ, международных соглашений, выполнением норм и правил в области охраны природы.	

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>40,2</b>	<b>40,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>					
Занятия лекционного типа	18	18			
Лабораторные занятия	18	18			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-			
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			

Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>31,8</b>	<b>31,8</b>			
Изучение основной учебной и дополнительной литературы		16	16	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		15,8	15,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>		-	-			
Подготовка к экзамену		-	-			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40,2</b>	<b>40,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	5,8	2	-	-	3,8
2.	Нуклеиновые кислоты	12	4	-	4	4
3.	Репликация ДНК	10	2	-	4	4
4.	Транскрипция	6	2	-	-	4
5.	Синтез белка	10	2	--	4	4
6.	Регуляция синтеза белка	6	2	-	-	4
7.	Основные принципы генетической трансформации и генетической инженерии	10	2	-	4	4
8.	Достижения молекулярной биологии и генетической инженерии	8	2	-	2	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>	67,8	18	-	18	31,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Введение в молекулярную биологию. Цель. Задачи. Работы известных учёных.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
2.	Нуклеиновые кислоты	Строение полинуклеотидных цепей РНК и ДНК. Общий план строения. Свойства. Особенности.	Контроль наличия конспектов. Беседа.

3.	Гены, геном. Репликация ДНК	Репликация ДНК. Ферменты репликации и механизм реализации. Репликация у различных организмов.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
4.	Транскрипция	Основные стадии и ингибиторы транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот. Процессинг. Сплайсинг.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
5.	Синтез белка	Синтез белка на рибосомах. Основные этапы. Инициация синтеза белка.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
6.	Регуляция синтеза белка	Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции. Индукция синтеза белка. Репрессия синтеза белка.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
7.	Основные принципы генетической трансформации и генетической инженерии	Мутации. Мутагены и злокачественный рост. Репарация. Плазмиды. Транспозиция ДНК. Трансформация и трансдукция. Генная инженерия. Получение генов. Векторы.	Контроль наличия конспектов. Беседа.
8.	Достижения молекулярной биологии и генетической инженерии	Достижения генетической инженерии различных организмов и их значение. Успехи и неудачи.	Контроль наличия конспектов. Беседа.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Строение полинуклеотидных цепей РНК и ДНК.	Защита лабораторной работы, контрольная работа.
2.	Ферменты репликации и механизм реализации.	Защита лабораторной работы, контрольная работа.
3.	Основные стадии транскрипции. Особенности у эукариот.	Защита лабораторной работы, контрольная работа.

4.	Синтез белка на рибосомах. Основные этапы. Регуляция.	Защита лабораторной работы, контрольная работа.
5.	Рекомбинация ДНК, Получение генов. Векторы	Защита лабораторной работы, контрольная работа.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Введение	<p><b>Основная литература:</b></p> <p>1. Молекулярная биология: учебник для студентов вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 397 с. - Библиогр. : с. 393-395. - ISBN 5769519657</p> <p>2. Жукова, А.Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами / А.Г. Жукова, Н.В. Кизиченко, Л.Г. Горохова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 269 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-9674-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=488606">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=488606</a></p> <p><b>Дополнительная литература:</b></p> <p>1. Биохимия и молекулярная биология : учебно-методическое пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисенко. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 94 с. : табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457873">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457873</a></p> <p>2. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс ; пер. с англ. В. Л. Друцы и О. Н. Королевой. - М. : Мир, 1991. - 543 с. - ISBN 50310327. - ISBN 0198553587</p> <p>3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст] = Principles and techniques of biochemistry and molecular biology / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с. : ил. - (Методы в</p>
2	Нуклеиновые кислоты	
3	Гены, геном. Репликация ДНК	
4	Транскрипция	
5	Синтез белка	
6	Регуляция синтеза белка	
7	Основные принципы генетической трансформации и генетической инженерии	
8	Достижения молекулярной биологии и генетической инженерии	



		биологии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996318957 : 464.37
--	--	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

Проблемная лекция; использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц, рисунков и учебных фильмов. Работа в парах (качественное и быстрое выполнение исследований). Защита выводов по исследованию.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
		Проблемные лекции	
5	Л	1.Нуклеиновые кислоты	4
	Л	2.Репликация ДНК	2
		3.Транскрипция	2
		4.Синтез белка	2
Итого:			10

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

а) Вопросы для текущего контроля знаний

#### Занятие 1. Введение в молекулярную биологию. Строение нуклеиновых кислот

Вопросы для подготовки:

1. Понятие: молекулярная биология. Ее предмет, цели и задачи.
2. Основополагающие открытия в молекулярной биологии.
3. Центральный постулат (догма) молекулярной биологии. Первоначальный и современный варианты.
4. Методы молекулярной биологии.
5. Первичная структура нуклеиновых кислот.

6. Методы анализа первичной структуры ДНК и РНК.
7. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей.
8. Макромолекулярная структура ДНК.
9. Полиморфизм двойной спирали ДНК.
10. Разнообразие форм ДНК.
11. Сверхспирализация ДНК. Топоизомеразы.
12. Разновидности повторяющихся последовательностей в ДНК эукариот.
13. Физико-химические свойства ДНК: величина молекул, растворимость, денатурация, гиперхромный эффект, гибридизация цепей.
14. Виды РНК: тРНК, рРНК, мРНК, гяРНК, мцРНК.
15. Макромолекулярная структура РНК. Первичная, вторичная и третичная структура одноцепочечных и двухцепочечных РНК.
16. Концепция: мир РНК.
17. Распределение кодирующего материала в цепочках нуклеиновых кислот.
18. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот.

## Занятие 2. Гены. Геном. Репликация ДНК

### Вопросы для подготовки:

1. Генетический код и его свойства.
2. Структура генома вирусов и фагов и механизм его репликации. Размеры геномов.
3. Геном прокариот. Открытые рамки считывания. Размер геномов. Структура и оперонная организация геномов прокариот.
4. Геномы плазмид.
5. Структура генома эукариот.
6. Разновидности генов в эукариотическом геноме.
7. Регуляторные последовательности эукариотических генов типа II.
8. Геномы митохондрий и хлоропластов.
9. Классификация повторяющихся последовательностей генома эукариот.
10. Программа: геном человека. Особенности человеческого генома.
11. Ферменты репликации.
12. Последовательность событий репликации у прокариот.
13. Особенности репликации у эукариот.
14. Репликация теломерных участков.

## Занятие 3. Транскрипция

### Вопросы для подготовки:

1. Программируемая клеточная смерть: апоптоз.
2. Обратная транскрипция.
3. Механизм транскрипции, три стадии транскрипции. Последовательность событий.
4. Особенности транскрипции у эукариот.
5. Строение промоторов прокариот и эукариот.
6. Активация аминокислот при биосинтезе белка.
7. Строение рибосом прокариот и эукариот.
8. «Качания» во взаимодействии антикодон-кодон.
9. Процессинг тРНК у эукариот.
10. Процессинг рРНК у прокариот.
11. Процессинг мРНК у эукариот. Сплайсинг и альтернативный сплайсинг.

## Занятие 4. Синтез белка и его регуляция

### Вопросы для подготовки:

1. Инициация синтеза белка у прокариот и эукариот.

2. Элонгация синтеза белка у прокариот и эукариот.
3. Терминация синтеза белка у прокариот и эукариот.
4. Динамическое репрограммирование синтеза белка.
5. Ко- и посттрансляционная модификация белков.
6. Фолдинг: обретение белком третичной структуры.
7. Транспорт белка в эндоплазматическом ретикулуме.
8. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот.
9. Позитивная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот (антитерминация и синтез специфических  $\sigma$ -факторов).
10. Негативная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот. Индукция на примере lac-оперона.
11. Негативная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот. Репрессия на примере trp-оперона. Механизм аттенюации.
12. Двойная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот: функционирование aga-оперона.
13. Регуляция синтеза белка у эукариот.

## Занятие 5. Рекомбинация ДНК

### Вопросы для подготовки:

1. Мобильные ДНК-элементы: случайные перестройки генома.
2. Транспозирующиеся элементы: IS-элементы, сложные и простые транспозоны.
3. Ретротранспозоны.
4. Ретрогены.
5. Запрограммированные перестройки генома.
6. Мутации. Их разновидности.
7. Мутагены и злокачественный рост.
8. Канцерогенез: особенности деления и трансформации клеток.
9. Онкогены: протоонкогены и продукты онкогенов.
10. Репарация ДНК.
11. Рекомбинация генетического материала.
12. Генетическая инженерия: ее методы.
13. Полимеразная цепная реакция.
14. Клонирование ДНК.
15. Достижения и перспективы генетической инженерии.

### б) Контрольные работы:

## **Занятие 1**

### **№1**

1. Напишите структурную формулу фрагмента РНК.
2. Для чего при выделении дезоксирибонуклеопротеина из селезенки в раствор добавляют цитрат?

### **№2**

1. Напишите структурную формулу фрагмента ДНК.
2. Какие компоненты можно обнаружить в составе дезоксирибонуклеопротеина из селезенки?

### **№3**

1. Напишите структурную формулу фрагмента РНК.
2. Обнаружение и количественное определение нуклеиновых кислот.

### **№4**

1. Первичная структура ДНК. Повторы, палиндромы. Закономерности первичной структуры ДНК.
2. Как обнаружить в растворе пуриновые основания?

**№5**

1. Вторичная структура ДНК. Типы спиралей. Связи, стабилизирующие эту структуру. Образование суперспиралей.
2. Как обнаружить присутствие в растворе дезоксирибозы?

**№6**

1. Третичная структура ДНК – 3 уровня.
2. Как обнаружить присутствие в дезоксирибонуклеопротеине остатков фосфорной кислоты?

**№7**

1. Физико-химические свойства ДНК.
2. Для чего при выделении дезоксирибонуклеопротеина при гомогенизации добавляют цитрат?

**№8**

1. Денатурация ДНК, гиперхромный эффект, гибридизация нуклеиновых кислот.
2. Какие компоненты можно обнаружить в составе дезоксирибонуклеопротеина, выделенного из селезенки?

**№9**

1. Расшифровка первичной структуры ДНК по методу Максама-Гильберта.
2. Как обнаружить наличие в растворе пуриновых оснований?

**№10**

1. Выделение и очистка нуклеиновых кислот.
2. Напишите фрагмент структуры ДНК.

**№11**

1. Качественное обнаружение и количественное определение нуклеиновых кислот.
2. Напишите фрагмент структуры РНК.

**№12**

1. Напишите структурную формулу фрагмента ДНК.
2. Для чего при выделении дезоксирибонуклеопротеина при гомогенизации добавляют цитрат?

**№13**

1. Центральные постулаты молекулярной биологии. Первоначальный и современный варианты..
2. Какие компоненты можно обнаружить с помощью химических реакций в составе дезоксирибонуклеопротеина из селезенки?

**№14**

1. Вторичная структура ДНК. Типы спиралей. Связи, стабилизирующие эту структуру. Образование суперспиралей.
2. Как обнаружить в растворе пуриновые основания?

**№15**

1. Сверхспирализация ДНК. Топоизомеразы.
2. Вторичная структура ДНК. Типы спиралей. Связи, стабилизирующие эту структуру. Образование суперспиралей.

**№16**

1. Макромолекулярная структура РНК. Первичная, вторичная и третичная структура одноцепочечных и двухцепочечных РНК.
2. Как обнаружить присутствие в дезоксирибонуклеопротеине остатков фосфорной кислоты?

**№17**

1. Денатурация ДНК, гиперхромный эффект, гибридизация нуклеиновых кислот.

2. Для чего при выделении дезоксирибонуклеопротеина при гомогенизации добавляют цитрат?

#### **№18**

1. Расшифровка первичной структуры ДНК по методу Максама-Гильберта.
2. Напишите фрагмент структуры ДНК.

#### **№19**

1. Методы анализа первичной структуры ДНК и РНК.
2. Какие компоненты можно обнаружить с помощью химических реакций в составе дезоксирибонуклеопротеина из селезенки?

#### **№20**

1. Виды РНК: тРНК, рРНК, мРНК, гяРНК, мцРНК.
2. Как обнаружить присутствие в дезоксирибонуклеопротеине остатков фосфорной кислоты?

### **Занятие 2**

#### **№1**

1. Генетический код и его свойства.
2. Ферменты репликации

#### **№2**

1. Структура генома вирусов и фагов и механизм его репликации.
2. Классификация повторяющихся последовательностей генома эукариот.

#### **№3**

1. Геном прокариот. Открытые рамки считывания. Размер геномов. Структура и оперонная организация геномов прокариот.
2. Последовательность событий репликации у прокариот.

#### **№4**

1. Геномы плазмид.
2. Регуляторные последовательности эукариотических генов типа II.

#### **№5**

1. Структура генома эукариот.
2. Последовательность событий репликации у прокариот.

#### **№6**

1. Разновидности генов в эукариотическом геноме.
2. Геномы митохондрий и хлоропластов.

#### **№7**

1. Понятие гена и неоднозначность понятия «ген».
2. Ошибки при репликации и их исправление.

#### **№8**

1. Геном. Особенности прокариотического и эукариотического геномов. Понятие интроны и экзоны.
2. Состав и свойства ДНК-полимераз.

#### **№9**

1. Ферменты репликации.
2. Гетерогенность РНК. Общий план строения РНК.

#### **№10**

1. Основные этапы становления молекулярной биологии как науки.
2. Строение тРНК. Петли и стебли, их функции. Третичная структура тРНК.

#### **№11**

1. Генетическая роль ДНК. Работы Гриффита, Эвери с сотрудниками.
2. Тета-механизм репликации. Последовательность событий. Скорость репликации.

#### **№12**

1. Свойства генетического кода.
2. Репликация по механизму катящегося кольца.

#### **№13**

1. Особенности репликации у эукариот.
2. Понятие гена и неопределенности в этом понятии.

#### **№14**

1. Ошибки при репликации и их исправление.
2. Расшифровка генетического кода Ниренбергом.

#### **№15**

1. Строение рРНК и рибосом про- и эукариот. Белки и РНК рибосом. Полисомы.
2. Центральный постулат молекулярной биологии.

#### **№16**

1. Методы молекулярной биологии.
2. Ферменты репликации.

#### **№17**

1. Геном. Особенности прокариотического и эукариотического геномов. Понятие интроны и экзоны.
2. Тета-механизм репликации. Последовательность событий. Скорость репликации.

#### **№18**

1. Состав и свойства ДНК-полимераз.
2. Строение рРНК и рибосом про- и эукариот.

#### **№19**

1. Понятие ген. Неоднозначность этого понятия.
2. Расшифровка генетического кода Ниренбергом.

#### **№20**

1. Свойства генетического кода.
2. Ошибки при репликации и их исправление.

### **Занятие 3**

#### **№1**

1. Строение моцистронной и полицистронной мРНК.
2. Особенности транскрипции у эукариот.

#### **№2**

1. Строение мРНК овальбумина курицы.
2. ДНК-зависимая РНК-полимераза. Строение, функционирование.

#### **№3**

1. Открытие, строение и роль мРНК.
2. Процессинг тРНК у прокариот и эукариот.

#### **№4**

1. Строение промотора.
2. Процессинг рРНК у прокариот и эукариот.

#### **№5**

1. Три стадии транскрипции: последовательность событий.
2. Особенности транскрипции у эукариот.

#### **№6**

1. Скорость и точность транскрипции.
2. Процессинг мРНК.

#### **№7**

1. Ингибиторы транскрипции.
2. Малые ядерные РНК. Рибозимы.

#### **№8**

1. Строение моноцистронной и полицистронной мРНК. Спейсеры.
2. Малые ядерные РНК. Рибозимы

#### **№9**

1. Строение мРНК овальбумина курицы.
2. Процессинг мРНК.

#### **№10**

1. Открытие, строение и роль мРНК.
2. Процессинг рРНК у прокариот и эукариот.

#### **№11**

1. Строение промотора.
2. Особенности транскрипции у эукариот.

#### **№12**

1. Три стадии транскрипции: последовательность событий.
2. Процессинг тРНК у прокариот.

#### **№13**

1. Скорость и точность транскрипции.
2. ДНК-зависимая РНК-полимераза. Строение, функционирование.

#### **№14**

1. Ингибиторы транскрипции
2. Последовательность событий при транскрипции у эукариот.

#### **№15**

1. Строение мРНК овальбумина курицы.
2. Процессинг тРНК у прокариот и эукариот.

#### **№16**

1. Открытие, строение и роль мРНК.
2. Процессинг рРНК у прокариот и эукариот.

#### **№17**

1. Строение промотора.
2. Особенности транскрипции у эукариот.

#### **№18**

1. Три стадии транскрипции: последовательность событий.
2. Процессинг мРНК.

#### **№19**

1. Скорость и точность транскрипции.
2. Малые ядерные РНК. Рибозимы.

#### **№20**

1. Ингибиторы транскрипции.
2. Процессинг мРНК.

### **Занятие 4**

#### **№1**

1. Трансляция. Этапы. Роль тРНК, мРНК, рибосом. Скорость трансляции.
2. Ингибиторы синтеза белка: стрептомицин, тетрациклин, хлорамфеникол, эритромицин, пуромицин, бацитрацин, туникамицин, дифтерийный токсин, ризин. Механизм их действия.

#### **№2**

1. Активация и перенос аминокислот на тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетаза.

2. Строение и функционирование lac-оперона кишечной палочки.

**№3**

1. Антикодон «качания» во взаимодействии «кодон-антикодон».
2. Роль комплекса белка, активирующего катаболизм с цАМФ. Катаболическая репрессия.

**№4**

1. Функциональные участки рибосом. Полисомы. Скорость синтеза полипептидной цепи.
2. Механизм функционирования и строения trp-оперона. Корепрессор. Строение и механизм работы аттенюатора.

**№5**

1. Инициация синтеза белка. Формилметионин-тРНК. Участок инициации на мРНК. Кодоны инициации. 30 S и 70 S инициаторный комплекс. Фактор инициации.
2. Механизм индукции lac-оперона.

**№6**

1. Инициация синтеза белка. Формилметионин-тРНК. Участок инициации на мРНК. Кодоны инициации. 30 S и 70 S инициаторный комплекс. Фактор инициации.
2. Ко- и посттрансляционные модификации белков. Формилаза, дисульфоизомераза.

**№7**

1. Терминация синтеза белка. Кодоны-терминаторы. Факторы высвобождения. Роль пептидилтрансферазы.
2. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции. Конститутивные и индуцибельные белки.

**№8**

1. Транспорт белка внутрь клетки. Сигнальная последовательность секретируемого белка, рецептор рибосомы на мембране, рибофорины, причальный белок. Сигнал-узнающая частица, временный запрет элонгации.
2. Ко- и посттрансляционные модификации белков. Формилаза, дисульфоизомераза.

**№9**

1. Инициация синтеза белка. Формилметионин-тРНК. Участок инициации на мРНК. Кодоны инициации. 30 S и 70 S инициаторный комплекс. Фактор инициации.
2. Нематричный синтез пептидов на примере грамицидина С.

**№10**

1. Антикодон «качания» во взаимодействии «кодон-антикодон».
2. Строение и функционирование lac-оперона кишечной палочки.

**№11**

1. Трансляция. Этапы. Роль тРНК, мРНК, рибосом. Скорость трансляции.
2. Строение и функционирование lac-оперона кишечной палочки.

**№12**

1. Активация и перенос аминокислот на тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетаза.
2. Нематричный синтез пептидов на примере грамицидина С.

**№13**

1. Антикодон «качания» во взаимодействии «кодон-антикодон».
2. Ко- и посттрансляционные модификации белков. Формилаза, дисульфоизомераза.

**№14**

1. Функциональные участки рибосом. Полисомы. Скорость синтеза полипептидной цепи.
2. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции. Конститутивные и индуцибельные белки.

**№15**



1. Инициация синтеза белка. Формилметионин-тРНК. Участок инициации на мРНК. Кодоны инициации. 30 S и 70 S инициаторный комплекс. Фактор инициации.
2. Особенности функционирования ara-оперона.

#### **№16**

1. Этапы синтеза белка. Основные события, происходящие на каждом этапе.
2. Функциональные участки рибосом.

#### **№17**

1. Регенерация фактора элонгации.
2. Репрессия синтеза белка на примере trp-оперона.

#### **№18**

1. Транспорт белка внутрь клетки. Сигнальная последовательность секретируемого белка, рецептор рибосомы на мембране, рибофорины, причальный белок. Сигнал-узнающая частица, временный запрет элонгации.
2. Роль комплекса белка, активирующего катаболизм с цАМФ. Катаболическая репрессия.

#### **№19**

1. Инициация синтеза белка. Формилметионин-тРНК. Участок инициации на мРНК. Кодоны инициации. 30 S и 70 S инициаторный комплекс. Фактор инициации.
2. Механизм функционирования и строения trp-оперона. Корепрессор. Строение и механизм работы аттенюатора.

#### **№20**

1. Антикодон «качания» во взаимодействии «кодон-антикодон».
2. Механизм индукции lac-оперона.

### **Занятие 5**

#### **№1**

1. Типы перестройки генов: мутации, рекомбинации и транспозиции.
2. Достижения генной инженерии.

#### **№2**

1. Точковые мутации: замены, делеции, вставки, трансверсии, транзиции. Молчащие и летальные мутации. Спонтанное дезаминирование цитозина.
2. Векторы генов: плазмиды, фаги.

#### **№3**

1. Мутагены: азотистая кислота, алкилирующие агенты, аналоги азотистых оснований, гидроксилламин, акридин.
2. Обратная транскрипция. Использование ее в генетической инженерии.

#### **№4**

1. Мутагены и злокачественный рост. Тест Эймса. Обратные мутации.
2. Hfr-клетки.

#### **№5**

1. Репарация мутаций на примере спонтанного дезаминирования цитозина и ликвидации тиминового димера.
2. Как получают гены? Библиотека ДНК эукариот.

#### **№6**

1. Репарация сдвига рамки. Супрессорные мутации. Межгенная супрессия.
2. Трансформация. Трансдукция с участием лизогенных фагов  $\lambda$  и  $\mu$ .

#### **№7**

1. Рекомбинация ДНК. Модель Холидея.
2. Плазмиды. Разновидности по функциям. Роль в клетке. Конъюгативные и неконоъюгативные плазмиды.

**№8**

1. Общая генетическая рекомбинация *E. coli*. Механизмы. Hfr-клетки.
2. Транспозиция ДНК. Транспозоны. Строение транспозона Tn3.

**№9**

1. Типы перестройки генов: мутации, рекомбинации и транспозиции.
2. Обратная транскрипция. Использование ее в генетической инженерии.

**№10**

1. Точковые мутации: замены, делеции, вставки, трансверсии, транзиции. Молчащие и летальные мутации. Спонтанное дезаминирование цитозина.
2. Плазмиды. Разновидности по функциям. Роль в клетке. Конъюгативные и неконъюгативные плазмиды.

**№11**

1. Мутагены: азотистая кислота, алкилирующие агенты, аналоги азотистых оснований, гидроксилламин, акридин.
2. Трансформация. Трансдукция с участием лизогенных фагов  $\lambda$  и  $\mu$ .

**№12**

1. Мутагены и злокачественный рост. Тест Эймса. Обратные мутации.
2. Как получают гены? Библиотека ДНК эукариот.

**№13**

1. Репарация мутаций на примере спонтанного дезаминирования цитозина и ликвидации тиминовых димеров.
2. Что такое рекомбинантные ДНК?

**№14**

1. Репарация сдвига рамки. Супрессорные мутации. Межгенная супрессия.
2. Обратная транскрипция. Использование ее в генетической инженерии.

**№15**

1. Рекомбинация ДНК. Модель Холидея.
2. Векторы генов: плазмиды, фаги.

**№16**

1. Общая генетическая рекомбинация *E. coli*. Механизмы. Hfr-клетки.
2. Достижения генной инженерии.

**№17**

1. Типы перестройки генов: мутации, рекомбинации и транспозиции.
2. Векторы генов: плазмиды, фаги.

**№18**

1. Точковые мутации: замены, делеции, вставки, трансверсии, транзиции. Молчащие и летальные мутации. Спонтанное дезаминирование цитозина.
2. Транспозиция ДНК. Транспозоны.

**№19**

1. Мутагены: азотистая кислота, алкилирующие агенты, аналоги азотистых оснований, гидроксилламин, акридин.
2. Как получают гены? Библиотека ДНК эукариот.

**№20**

1. Мутагены и злокачественный рост. Тест Эймса. Обратные мутации.
2. Трансформация. Трансдукция с участием лизогенных фагов  $\lambda$  и  $\mu$ .

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.****Вопросы к зачету:**

1. Понятие: молекулярная биология. Ее предмет, цели и задачи.

2. Основополагающие открытия в молекулярной биологии.
3. Центральный постулат (догма) молекулярной биологии. Первоначальный и современный варианты.
4. Методы молекулярной биологии.
5. Первичная структура нуклеиновых кислот.
6. Методы анализа первичной структуры ДНК и РНК.
7. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей.
8. Макромолекулярная структура ДНК.
9. Полиморфизм двойной спирали ДНК.
10. Разнообразие форм ДНК.
11. Сверхспирализация ДНК. Топоизомеразы.
12. Разновидности повторяющихся последовательностей в ДНК эукариот.
13. Физико-химические свойства ДНК: величина молекул, растворимость, денатурация, гиперхромный эффект, гибридизация цепей.
14. Виды РНК: тРНК, рРНК, мРНК, гяРНК, мцРНК.
15. Макромолекулярная структура РНК. Первичная, вторичная и третичная структура одноцепочечных и двухцепочечных РНК.
16. Концепция: мир РНК.
17. Распределение кодирующего материала в цепочках нуклеиновых кислот.
18. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот.
19. Генетический код и его свойства.
20. Структура генома вирусов и фагов и механизм его репликации. Размеры геномов.
21. Геном прокариот. Открытые рамки считывания. Размер геномов. Структура и оперонная организация геномов прокариот.
22. Геномы плазмид.
23. Структура генома эукариот.
24. Разновидности генов в эукариотическом геноме.
25. Регуляторные последовательности эукариотических генов типа II.
26. Геномы митохондрий и хлоропластов.
27. Классификация повторяющихся последовательностей генома эукариот.
28. Программа: геном человека. Особенности человеческого генома.
29. Ферменты репликации.
30. Последовательность событий репликации у прокариот.
31. Особенности репликации у эукариот.
32. Репликация теломерных участков.
33. Программируемая клеточная смерть: апоптоз.
34. Обратная транскрипция.
35. Механизм транскрипции, три стадии транскрипции. Последовательность событий.
36. Особенности транскрипции у эукариот.
37. Строение промоторов прокариот и эукариот.
38. Активация аминокислот при биосинтезе белка.
39. Строение рибосом прокариот и эукариот.
40. «Качания» во взаимодействии антикодон-кодон.
41. Инициация синтеза белка у прокариот и эукариот.
42. Элонгация синтеза белка у прокариот и эукариот.
43. Терминация синтеза белка у прокариот и эукариот.
44. Динамическое репрограммирование синтеза белка.
45. Ко- и посттрансляционная модификация белков.
46. Фолдинг: обретение белком третичной структуры.
47. Транспорт белка в эндоплазматическом ретикулуме.
48. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот.

49. Позитивная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот (антитерминация и синтез специфических  $\sigma$ -факторов).
50. Негативная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот. Индукция на примере *lac*-оперона.
51. Негативная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот. Репрессия на примере *trp*-оперона. Механизм аттенюации.
52. Двойная регуляция синтеза белка на уровне транскрипции у прокариот: функционирование *aga*-оперона.
53. Регуляция синтеза белка у эукариот.
54. Процессинг тРНК у эукариот.
55. Процессинг рРНК у прокариот.
56. Процессинг мРНК у эукариот. Сплайсинг и альтернативный сплайсинг.
57. Мобильные ДНК-элементы: случайные перестройки генома.
58. Транспозирующиеся элементы: IS-элементы, сложные и простые транспозоны.
59. Ретротранспозоны.
60. Ретрогены.
61. Запрограммированные перестройки генома.
62. Мутации. Их разновидности.
63. Мутагены и злокачественный рост.
64. Канцерогенез: особенности деления и трансформации клеток.
65. Онкогены: протоонкогены и продукты онкогенов.
66. Репарация ДНК.
67. Рекомбинация генетического материала.
68. Генетическая инженерия: ее методы.
69. Полимеразная цепная реакция.
70. Клонирование ДНК.
71. Достижения и перспективы генетической инженерии.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Критерии зачета:

«Зачтено» получает студенту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы или если он дал неполные или неточные ответы, но ответил на уточняющие вопросы, а также выполнил программу занятий.

«Не зачтено» получает студент, если он дал неполные или неточные ответы и не ответил на уточняющие вопросы, если он не ответил ни на один вопрос, а также не выполнил программу занятий.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Молекулярная биология: учебник для студентов вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 397 с. - Библиогр. : с. 393-395. - ISBN 5769519657

2. Жукова, А.Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами / А.Г. Жукова, Н.В. Кизиченко, Л.Г. Горохова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 269 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-9674-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606>

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Биохимия и молекулярная биология : учебно-методическое пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»; авт.-сост. С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисенко. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 94 с. : табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457873>

2. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс ; пер. с англ. В. Л. Друцы и О. Н. Королевой. - М. : Мир, 1991. - 543 с. - ISBN 50310327. - ISBN 0198553587

3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст] = Principles and techniques of biochemistry and molecular biology / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с. : ил. - (Методы в биологии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996318957 : 464.37

### **5.3. Периодические издания:**

1. Журнал «Молекулярная биология» РАН <http://www.molecbio.com/>

2. Журнал «Молекулярная генетика, микробиология и вирусология» <http://www.medlit.ru/journal/106>

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. [http://www.orenipk.ru/kp/distant\\_vk/docs/2\\_1\\_1/bio.html](http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/bio.html)

2. [http://www.orenipk.ru/kp/distant\\_vk/docs/2\\_1\\_1/bio.html](http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/bio.html)

3. Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН) – <http://www.viniti.msk.su/>.

4. Геномика, протеомика, биоинформатика : науки нового века [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://medgazeta.rusmedserv.com/2001/26/article\\_522.html](http://medgazeta.rusmedserv.com/2001/26/article_522.html)

5. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс] / И. Ф. Жимулев. - Режим доступа: <http://www.nsu.ru/education/biology/genetics/>

6. Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук – <http://isir.ras.ru/>.
7. Лекция 15. Генетика, молекулярная биология, генная инженерия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://tainimirozdania.ucoz.ru/publ/1-1-0-10>
8. Марголис, Л. Б. Почему мы не понимаем живую клетку, или Мифы молекулярной биологии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/NATURE/MARGO.HTM>
9. Маслак Е.Н. Решение задач по молекулярной биологии и генетике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bio.1september.ru/articles/2009/06/11>
10. Мой геном: научно-популярный портал о генетике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mygenome.ru/news/>
11. Молекулярная биология / Фонд знаний «Ломоносов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0140:article>
12. Научно-исследовательская лаборатория биосинтеза и биоинженерия ферментов – [http://www.kcn.ru/tat\\_ru/universitet/nir/bbf.ru.html](http://www.kcn.ru/tat_ru/universitet/nir/bbf.ru.html)
13. Практическая молекулярная биология [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://molbiol.edu.ru/>
14. Список форумов «Генетика и молекулярная биология». - Режим доступа: <http://www.geneforum.ru/>
15. <http://www.molecbio.com/>
16. [http://molbiol.edu.ru/review/01\\_01.html](http://molbiol.edu.ru/review/01_01.html)
17. <http://www.twirpx.com/files/biology/molecular/>
18. <http://molbiol.ru/>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

### **1. Лабораторная работа**

- ознакомиться с темой, целью, задачами работы;
- ознакомиться с предложенными теоретическими вопросами
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- ознакомиться с практическими заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с предложенным оборудованием;
- выполнить предложенные практические задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу, сделать структурированные выводы

### **2. Самостоятельная работа**

- ознакомиться с темой и вопросами СР;
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- письменно оформить выполненную работу, сделать структурированные выводы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

### 8.1 Перечень информационных технологий.

Информационные технологии – не предусмотрены.

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Microsoft Windows 8, 10

Microsoft Office Professional Plus

### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLibrary <http://www.elibrary.ru>
4. Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru>
5. <http://www.biochemistry.pro/>
6. <http://molbiol.ru/>
7. <http://humbio.ru/>
8. Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук - <http://isir.ras.ru/>

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 425, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер) и соответствующим программным обеспечением.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория 431, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели - 16 шт.; доска учебная; ПЭВМ преподавателя 1 шт., проектор Epson EB-S12; экран. Комплекты лабораторного биохимического оборудования: пробирки, мерные пробирки, ступки, пестики, спиртовки, держатели, пипетки, наборы реактивов, весы аналитические, люминоскоп, фотоэлектроколориметр, баня водяная, центрифуга, шкаф сушильный, спектрофотометр VSU-2P, лаборатория АТФ, испаритель ротационный, стабилизатор напряжения, усилитель постоянного тока, аппарат для электрофореза, шкаф вытяжной.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 430, укомплектованный учебной мебелью, ПЭВМ преподавателя 1 шт. с выходом в интернет
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 431, оснащенная комплектом учебной мебели - 16 шт.; доска учебная.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 437, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд. 109 С – читальный зал, А 213 – компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к

		сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
--	--	--