

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
медицинской биохимии и микробиологии



Т.Н.Попова

24.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.32. Молекулярная биология

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки/специализация:** «Биомедицина»; «Биофизика»; «Биохимия»; «Ботаника»; «Генетика»; «Зоология»; «Физиология»
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра медицинской биохимии и микробиологии
- 6. Составители программы:** Попова Татьяна Николаевна, доктор биологических наук, профессор;
Сафонова Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент;
Шульгин Константин Константинович, кандидат биологических наук, доцент
Крыльский Евгений Дмитриевич, кандидат биологических наук, доцент
Веревкин Алексей Николаевич, кандидат биологических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета, протокол № 2 от 15.03.2023 г.
- 8. Учебный год:** 2025-2026 **Семестр(ы):** 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель - научить студента применять при изучении последующих дисциплин и при профессиональной деятельности сведения о молекулярном строении живых организмов, молекулярных процессах жизнедеятельности.

Задачи: обеспечить наличие у студента в результате изучения молекулярной биологии:

- понимания основ структурной организации, химической природы и роли основных биомолекул, химических явлений и процессов, протекающих в организме на молекулярном уровне, функционирования основных биомолекул клетки, участвующих в переносе генетической информации;
- знаний теоретических основ об этапах репликации ДНК и биосинтезе белка;
- знания центральных путей метаболизма нуклеиновых кислот и механизмов их регуляции в живых организмах;
- умения пользоваться номенклатурой и классификацией биологически важных соединений, принятой в молекулярной биологии;
- умения оперировать основными молекулярно-биологическими понятиями и терминологией при изложении теоретических основ предмета;

конкретных знаний о применении методов молекулярной биологии в медицине, производстве и научных исследованиях.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Молекулярная биология» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются: в цикле гуманитарных и социально-экономических дисциплин, в том числе дисциплинами: философия, биоэтика, культурология, латинский язык; в цикле математических, естественнонаучных, медико-биологических дисциплин в том числе дисциплинами: физика, математика; общая и неорганическая химия; органическая химия; аналитическая химия; общая биология, биохимия, ботаника;

Дисциплина является предшествующей для курсов: биофизика, свободнорадикальные процессы в биосистемах, молекулярная биомедицина, иммунология, физиология растений.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы	ОПК-3.2	Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, проявлении наследственности и	Знать: основы структурной организации, химической природы и роли основных биомолекул, химических явлений и процессов, протекающих в организме на молекулярном уровне, функционирования основных биомолекул клетки, участвующих в переносе генетической информации, теоретические основы об этапах репликации ДНК и биосинтезе белка, центральные пути

	молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности		изменчивости на всех уровнях организации живого, знание молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике	метаболизма нуклеиновых кислот и механизмы их регуляции в живых организмах Уметь: пользоваться номенклатурой и классификацией биологически важных соединений, принятой в молекулярной биологии Владеть: способностью применять знания о молекулярных механизмах жизнедеятельности для интерпретации результатов, полученных в ходе научной и производственной деятельности
		ОПК-3.3	Применяет основные методы молекулярно-биологического и генетического анализа для решения профессиональных задач	Знать: основные принципы и методики методов молекулярной биологии; аналитические характеристики лабораторных методов и оборудования, предназначенного для выполнения молекулярно-биологических исследований. Уметь: использовать современные методы молекулярной биологии для исследовательской работы, анализировать полученные результаты и делать выводы. Владеть: методами молекулярной биологии в медицине, производстве и научных исследованиях

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 4/144

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 5	№ семестра	...
Аудиторные занятия	64	64		
в том числе:	лекции	32	32	
	практические			
	лабораторные	32	32	
Самостоятельная работа	44	44		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	36	36		
Итого:	144	144		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*

1. Лекции

1.1	<p>Молекулярная биология как наука: предмет, задачи, основные направления развития. Центральная догма молекулярной биологии</p>	<p>Молекулярная биология – раздел науки, изучающий молекулярное строение и молекулярные механизмы переноса генетической информации живых организмов. Влияние молекулярной биологии на сферы человеческой жизни. Развитие генной инженерии, создание генетически модифицированных организмов. Значение молекулярной биологии для здоровья человека. Исследования, инициировавшие развитие молекулярной биологии. Правила Чаргаффа. Рентгеноструктурные исследования Франклин и Уилкинса. Модель структуры ДНК Уотсона и Крика. Центральная догма молекулярной биологии. Векторы переноса генетической информации в клетке: ДНК → РНК → белок. Понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции, трансляции. Генетическая роль РНК как посредника между генами и белками. Общая схема биосинтеза белка. Рибосомы – макромолекулярные комплексы для биосинтеза белка. Сопряженная транскрипция-трансляция. Аминоацил-тРНК как субстраты и источник энергии для синтеза белка. Понятие о генетическом коде. Комбинации нуклеотидов - триплеты, служащие кодонами.</p>	
1.2	<p>Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК</p>	<p>Гены - сегменты молекул ДНК, – полимера, состоящего из линейной последовательности нуклеотидов. Состав нуклеотидов. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодиэфирных связей. ДНК – двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований. Образование водородных связей между основаниями. Структурные гены, регуляторные и межгенные участки ДНК. Особенности прокариотической и эукариотической ДНК. Суперспирализация ДНК. Первичная, вторичная, третичная структура ДНК. Образование нуклеосом с участием гистонов. Уровни упаковки хромосомы.</p>	
1.3	<p>Дублирование ДНК: репликация</p>	<p>Наследственный характер генетической информации. Полуконсервативный механизм репликации. Разделение двух нитей биспиральной молекулы ДНК - первый этап репликации. Расплетание суперспиралей. Действие ДНК-гираз, ДНК-хеликаз. Функционирование белков, связывающихся с одноцепочечной ДНК. Структура репликационной вилки. ДНК-полимеразы. Особенности сборки ведущей и отстающей цепей ДНК. Фрагменты Оказаки и особенности их синтеза. ДНК-лигазы. Заплетение ДНК в спираль. Механизм деления кольцевых хромосом бактерий. Особенности репликации хромосомы эукариот.</p>	
1.4	<p>Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК</p>	<p>Кодирующие и не кодирующие РНК. Информационная РНК и генетический код. Свойства генетического кода. Структура матричной РНК (мРНК): Первичная структура и функциональные области; трехмерная структура. Информосомы. Транспортная РНК и аминоацил-тРНК –синтазы. Структура тРНК. Адапторное значение тРНК. Аминоацилирование тРНК. Рибосомная РНК. Транскрипция генов. РНК-полимераза: особенности структуры и</p>	

		<p>функционирование. Распознавание начала гена, взаимодействие сигма субъединицы с промотором. Элонгация транскрипции. Терминация транскрипции. Значение факторов транскрипции. Белки – активаторы и белки – репрессоры. Особенности структуры и функционирования регуляторных белков. Регуляторные нуклеотиды. Модель оперона для управления генами. Регулирование с помощью антисмысловой РНК. Особенности транскрипции у эукариот. Структура эукариотных промоторов. Энкхансеры. Посттранскрипционный процессинг РНК. Сплайсинг. Сплайсеосомы – макромолекулярные комплексы, удаляющие интроны из РНК. Транспортировка зрелой мРНК из ядра. Ингибиторы транскрипции.</p>	
1.5	<p>Биосинтез белка и регуляция трансляции</p>	<p>Рибосомы: структура и функционирование. Полирибосомы. Иницирующая тРНК. Инициация трансляции. Основные участники механизма инициации. Факторы инициации. Этапы инициации. Образование иницирующего комплекса. Функциональное значение акцепторного и пептидного участков рибосомы. Элонгация. Этапы элонгации. Связывание аминоксил-тРНК. Факторы элонгации. Образование пептидной связи. Транслокация. Терминация трансляции. Посттрансляционный процессинг и адресованный транспорт белков. Регуляция трансляции у прокариот и эукариот. Особые РНК прекращающие синтез белка при связывании рибосомы с дефектным РНК-посредником. Ингибиторы трансляции.</p>	
<p>3. Лабораторные занятия</p>			
3.1	<p>Молекулярная биология как наука: предмет, задачи, основные направления развития. Центральная догма молекулярной биологии</p>	<p>Нуклеиновые кислоты. Функции, локализация в клетке, первичная структура. Изучение химического состава рибонуклеопротеинов дрожжей.</p>	
3.2	<p>Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК</p>	<p>Векторы переноса генетической информации в клетке: ДНК → РНК → белок. Понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции, трансляции. Метаболизм нуклеиновых кислот в организме человека. Нарушения нуклеотидного обмена. Определение содержания мочевой кислоты в сыворотке крови. Применение спектрофотометрического метода для молекулярно-биологических исследований. Исследование спектров поглощения нуклеиновых кислот и нуклеотидов. Определение количества суммарных нуклеиновых кислот в биологических образцах.</p>	
3.3	<p>Дублирование ДНК: репликация</p>	<p>Соединения, используемые в ходе репликации, их выявление и оценка содержания. Соотношение пуриновых и пиримидиновых оснований. Хроматографический анализ в молекулярной биологии. Разделение нуклеотидов с помощью тонкослойной хроматографии. Семинар по теме: «Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК. Репликация».</p>	
3.4	<p>Принципы макромолекулярной</p>	<p>Реферативная работа по теме «Особенности транскрипции и посттранскрипционной</p>	

	структуры и синтез РНК	модификации РНК»	
3.5	Биосинтез белка и регуляция трансляции	Решение задач по теме: «Перенос генетической информации. Генетический код». Электрофорез как метод разделения и анализа биомолекул и их составных компонентов. Разделение молекул методом электрофореза в практике молекулярно-биологических исследований. Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот и нуклеотидов Семинар по теме: «Принципы макромолекулярной структуры РНК. Транскрипция. Трансляция»	

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Молекулярная биология как наука: предмет, задачи, основные направления развития. Центральная догма молекулярной биологии	6		4	8	18
2.	Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК	4		12	8	24
3.	Дублирование ДНК: репликация	6		6	10	22
4.	Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК	8		2	10	20
5.	Биосинтез белка и регуляция трансляции	8		8	8	24
	Контроль					36
	Итого:	32		32	44	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Программа дисциплины предусматривает проведение лабораторных занятий. Лекционный материал раскрывает основные теоретические вопросы данной дисциплины. Лабораторные работы обеспечивают формирование необходимых в рамках компетенции умений и навыков (владений). Изучение данной дисциплины предусматривает также самостоятельную работу. Выполнение самостоятельной работы предполагает: качественную подготовку ко всем видам учебных занятий; реферирование и аннотирование указанных преподавателем источников литературы; систематический просмотр периодических изданий с целью выявления публикаций в области изучаемой проблематики; изучение учебной литературы; использование интернет-ресурсов. В процессе самостоятельной подготовки при освоении дисциплины необходимо изучить основную литературу, затем – дополнительную. Именно знакомство с дополнительной литературой, значительная часть которой существует как в печатном, так и электронном виде, способствует более глубокому освоению изученного материала.

Деятельность студента при освоении данной дисциплины регламентируется рабочей программой дисциплины, календарными планами лекционных и лабораторных занятий. При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	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. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9674-3. – DOI 10.23681/488606. – Текст : электронный.
2.	Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд. , испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html
3.	Нуклеиновые кислоты : электронное учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кафедра органической химии ; сост. Т.Н. Грищенкова и др. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 99 с. - Библиогр.: с. 92. - ISBN 978-5-8353-1846-9 ; URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481587

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Грищенкова, Т.Н. Нуклеиновые кислоты : учебное пособие / Т.Н. Грищенкова, Т.В. Чуйкова, Е.А. Щербакова ; Министерство образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2009. - 90 с. - ISBN 978-5-8353-0903-0 ; URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232492
2.	Молекулярная биология клетки = Molecular biology of the cell : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : в 3 т. / Брюс Альбертс [и др.] .— Москва ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" : Институт компьютерных исследований, 2013.
3.	Биология клетки: учебное пособие / А.Ф. Никитин [и др.] .— Санкт-Петербург: СпецЛит, 2014. — 167 с. // «Университетская библиотека online»: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru
4.	Фаллер, Д.М. Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс. —М. Бином-Пресс, 2012. —256 с
5.	Джеральд М. Фаллер Молекулярная биология клетки / Фаллер Джеральд М., Шилдс Денис. — Бином, - 2011. — 256 с.
6.	Коничев, Александр Сергеевич. Молекулярная биология : Учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 032400 "Биология" / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова .— М. : Academia, 2003 .— 396, [1] с. : ил., табл. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 393-394,[1] .— ISBN 5-7695-0783-7. 1 экз
7.	Фаллер, Джеральд М. Молекулярная биология клетки = Molecular basis of medical cell biology : руководство для врачей / Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс ; пер. с англ. под общ. ред. И.Б. Збарского .— М. : Бином-Пресс, 2006 .— 256 с. : ил., табл. ; 28 см. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 244 - 256 .— ISBN 5-9518-0153-2 ((в пер.)), 2000 экз. 1 экз
8.	Жеребцов, Николай Акимович. Биохимия : Учебник для студ. вузов, обуч. по направлениям и специальностям мед.-биол. профиля / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов .— Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002 .— 693, [2] с. : ил., табл. — ISBN 5-7455-1183-4.
9.	Дэвид Кларк, Лонни Рассел Молекулярная биология: простой и занимательный подход / Кларк Д., Рассел Л.. - Компания КОИД, 2004, - 466 с. — ISBN 5-7229-0238-6
10.	Ленинджер, Альберт. Основы биохимии : [учебное пособие] : в 3 т. / А. Ленинджер ; пер. с англ. под ред. В.А. Энгельгардта и Я.М. Варшавского .— М. : Мир, 1985-. [Т.] 3 / пер. В.Г. Горбулева, М.Д. Гроздовой и С.Н. Преображенского .— 1985 .— С. 741-1056.
11.	Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М.:Академкнига, 2006.
12.	Белясова Н. Биохимия и молекулярная биология. М.:Книжный дом, 2004.

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

№ п/п	Ресурс
1.	MOLBIOL. RU – Классическая и молекулярная биология (http://www.molbiol.ru).
2.	National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine (http://www.pubmed.com).
3.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" http://biblioclub.ru/

4.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" http://www.studmedlib.ru
5.	Курс «Молекулярная биология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7053

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Северин, С. Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами / под ред. С. Е. Северина - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3027-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430279.html
2.	Молекулярная биология клетки = Molecular biology of the cell : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : в 3 т. / Брюс Альбертс [и др.] .— Москва ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" : Институт компьютерных исследований, 2013.
3.	Фаллер, Д.М. Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс. —М. Бином-Пресс, 2012. —256 с
4.	Джеральд М. Фаллер Молекулярная биология клетки / Фаллер Джеральд М., Шилдс Денис. — Бином, - 2011. — 256 с.
5.	Коничев, Александр Сергеевич. Молекулярная биология : Учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 032400 "Биология" / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова .— М. : Academia, 2003 .— 396, [1] с. : ил., табл. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 393-394,[1] .— ISBN 5-7695-0783-7. 1 экз
6.	Фаллер, Джеральд М. Молекулярная биология клетки = Molecular basis of medical cell biology : руководство для врачей / Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс ; пер. с англ. под общ. ред. И.Б. Збарского .— М. : Бином-Пресс, 2006 .— 256 с. : ил., табл. ; 28 см. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 244 - 256 .— ISBN 5-9518-0153-2 ((в пер.)), 2000 экз. 1 экз
7.	Жеребцов, Николай Акимович. Биохимия : Учебник для студ. вузов, обуч. по направлениям и специальностям мед.-биол. профиля / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов .— Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002 .— 693, [2] с. : ил., табл. — ISBN 5-7455-1183-4.
8.	Дэвид Кларк, Лонни Рассел Молекулярная биология: простой и занимательный подход / Кларк Д., Рассел Л.. - Компания КОИД, 2004, - 466 с. — ISBN 5-7229-0238-6
9.	Ленинджер, Альберт. Основы биохимии : [учебное пособие] : в 3 т. / А. Ленинджер ; пер. с англ. под ред. В.А. Энгельгардта и Я.М. Варшавского .— М. : Мир, 1985-. [Т.] 3 / пер. В.Г. Горбулева, М.Д. Гроздовой и С.Н. Преображенского .— 1985 .— С. 741-1056.
10.	Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М.:Академкнига, 2006.
11.	Белясова Н. Биохимия и молекулярная биология. М.:Книжный дом, 2004.
12.	MOLBIOL. RU – Классическая и молекулярная биология (http://www.molbiol.ru).
13.	National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine (http://www.pubmed.com).
14.	Губарева, А. Е. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты : учеб. пособие / А. Е. Губарева [и др.] ; под ред. А. Е. Губаревой. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 528 с. - ISBN 978-5-9704-3561-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html
15.	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

Специализированная мебель, Проектор Epson EMP-X52, ноутбук Samsung NP-RV410 S01R с возможностью подключения к сети «Интернет» WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmс, Office Standard 2019 Single OLV NL Each Academic Edition Additional Product.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, спектрофотометр СФ-56А, спектрофотометр СФ-26, аппарат для горизонтального электрофореза SE-1, источник питания для электрофореза «Эльф-4», рН-метр Анион 4102, торсионные весы Techniprot T1, T3, T4, магнитная мешалка MM5, ротамикс Elmi RM1.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации) Специализированная мебель, набор лабораторной посуды и штативов, вытяжной шкаф, холодильник-морозильник Stinol.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Молекулярная биология как наука: предмет, задачи, основные направления развития. Центральная догма молекулярной биологии	ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности	ОПК-3.2 Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого, знание молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике ОПК-3.3 Применяет основные методы молекулярно-биологического и генетического анализа для решения профессиональных задач	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
2.	Молекулярные основы наследственности. Структура и функции ДНК	ОПК-3	ОПК-3.2 ОПК-3.3	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
3.	Дублирование ДНК: репликация	ОПК-3	ОПК-3.2 ОПК-3.3	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
4.	Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК	ОПК-3	ОПК-3.2 ОПК-3.3	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
5.	Биосинтез белка и регуляция трансляции	ОПК-3	ОПК-3.2 ОПК-3.3	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Экзамен: Перечень вопросов (тест, ким),

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				практические навыки

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Текущая аттестация

Перечень вопросов для текущей аттестации №1

- Исследования, инициировавшие развитие молекулярной биологии (правила Чаргаффа, рентгеноструктурные исследования Франклин и Уилкинса и др). Влияние молекулярной биологии на сферы человеческой жизни.
- Центральная догма молекулярной биологии. Принцип комплементарности.
- РНК как посредник между генами и белками. Отличительные особенности структуры РНК по сравнению с ДНК.
- Общие принципы синтеза белка. Рибосома как катализатор формирования пептидных связей. Понятие о репарации как о матричном синтезе.
- Гены как сегменты молекул ДНК – полимера, состоящего из нуклеотидов. Состав нуклеотидов.
- Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания.
- Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодиэфирных связей между мононуклеотидами.
- ДНК – двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований. Образование водородных связей между основаниями.
- Полярность ДНК. Химические и структурные особенности полинуклеотидных цепей.
- Структурные гены, регуляторные и межгенные участки ДНК.
- Суперспирализация ДНК.
- Первичная, вторичная, третичная структура ДНК. Образование нуклеосом с участием гистонов. Уровни упаковки хромосомы.
- Наследственный характер генетической информации. Полуконсервативный механизм репликации.
- Разделение двух нитей биспиральной молекулы ДНК – первый этап репликации. Расплетание суперспиралей. Действие ДНК-гираз, ДНК –хеликаз, ДНК-связывающих белков.
- ДНК-полимеразы: катализируемая реакция, формы, свойства и функции.
- Репликационная вилка – область удвоения молекулы ДНК. Особенности сборки ведущей и отстающей цепей ДНК.
- Фрагменты Оказаки и особенности их синтеза. РНК – затравки. Действие праймазы и ДНК-полимеразы I.
- ДНК-лигазы. Заплетение ДНК в спираль.
- Механизм деления кольцевых хромосом бактерий и репликация хромосом у эукариот.
- Действие теломеразы.
- Вирусная ДНК и ДНК прокариотических клеток.
- Плазмиды.
- Особенности ДНК эукариотических клеток (резервные копии генов, повторяющиеся последовательности, псевдогены, палиндромы).
- Нетранслируемые последовательности (интроны) эукариотических генов.
- Цитоплазматическая ДНК эукариотических клеток.
- Исправление ошибок при репликации.
- Особенности репликации в эукариотических клетках.

Перечень вопросов для текущей аттестации №2

- Транскрипция генов: понятие, принцип.
- РНК-полимераза, распознавание зон присоединения фермента к ДНК, инициация транскрипции, смысловые последовательности.
- Синтез мРНК: элонгация транскрипции.
- Терминация транскрипции.
- Механизмы регуляции транскрипции: конститутивные и индуцибельные гены.
- Белки-активаторы транскрипции.
- Белки-репрессоры транскрипции.
- Сигнальные молекулы для белков-регуляторов транскрипции.

9. Присоединение регуляторных белков к ДНК.
10. Стр-белок - пример белка глобального регулирования.
11. Регуляторные нуклеотиды.
12. Модель оперона для управления генами. Лас-оперон.
13. Регулирование активности генов с помощью антисмысловой РНК.
14. Особенности РНК-полимеразы эукариотических клеток.
15. Ингибиторы транскрипции.
16. Посттранскрипционный процессинг: образование рРНК и тРНК из предшественников.
17. Гетерогенные ядерные РНК - предшественники эукариотических мРНК.
18. Процессинг предшественников мРНК. Роль мяРНК в вырезании интронов и воссоединении экзонов.
19. Обратная транскрипция.
20. РНК-зависимая РНК-полимераза.
21. Генетический код. Его особенности.
22. Прокариотические рибосомы.
23. Цитоплазматические рибосомы эукариот.
24. Трансляция: понятие, основные принципы и этапы.
25. Роль тРНК как адаптера, правила рецессии.
26. Структура транспортной РНК.
27. Рамки считывания генетической информации.
28. Активация аминокислот – первый этап трансляции. Аминоацил-тРНК-синтетазы.
29. Иницирующие аминокислоты у прокариот и эукариот.
30. Инициация трансляции.
31. Элонгация. Стадии элонгации.
32. Терминация трансляции. Релизинг факторы.
33. Особенности трансляции у прокариот и эукариот.
34. Полисомы. Совместная трансляция и транскрипция у бактерий.
35. Прекращение синтеза белка на дефектной РНК-посреднике. Функционирование тмРНК.
36. Уничтожение дефектных белков хвостовой протеазой.
37. Посттрансляционный процессинг.
38. Адресованный транспорт белков.
39. Ингибиторы белкового синтеза.
40. Выделение ДНК и рестрикционная фрагментация.
41. ПЦР-анализ.
42. Рекомбинантные ДНК.
43. Использование ДНК-технологий для выращивания модифицированных микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ
44. Использование ДНК-технологий для разработки новых подходов лечения наследственных заболеваний, а также для идентификации личности и установления родства.

Перечень практических заданий

Обмен нуклеиновых кислот и нуклеотидов в организме человека. Определение содержания мочевой кислоты.

Цель работы: определить концентрацию мочевой кислоты в сыворотке крови и интерпретировать полученные данные.

Принцип метода. Мочевая кислота восстанавливает фосфорновольфрамовый реактив, в результате чего образуются более низкие окислы вольфрама синего цвета; интенсивность окраски пропорциональна количеству мочевой кислоты.

Ход работы. В центрифужную пробирку наливают 0,5 мл сыворотки крови и прибавляют для осаждения белков 0,5 мл 10%-го раствора трихлоруксусной кислоты. Через 10 мин. смесь центрифугируют. В пробирку вносят 0,2 мл надосадочной жидкости, 0,1 мл насыщенного раствора Na_2CO_3 , 0,01 мл реактива Фолина и 2 мл дистиллированной воды. Колориметрируют на ФЭКе с красным светофильтром против контроля, содержащего те же реактивы, но вместо надосадочной жидкости – 0,2 мл воды.

Критерии оценки:

Критериями оценивания компетенций (результатов) являются:

- подготовка к занятию (оформление занятия в рабочей тетради в соответствии с методическими рекомендациями);
- ответы на устные вопросы по теме занятия и содержанию лабораторной работы;
- активность и самостоятельность при выполнении задания;
- оформления результатов в соответствии с методическими рекомендациями;

- умение анализировать, обсуждать полученные результаты и самостоятельно формулировать выводы.

Работа считается выполненной и зачтенной, если студент в конце занятия представил отчет в соответствии с методическими рекомендациями.

Тестовые задания

Тест № 2. Вариант 1.

1. Отдельные нуклеотиды в молекуле нуклеиновых кислот связаны:

- А) О-гликозидной связью
- Б) 3,5 –фосфодиэфирной связью
- В) N – гликозидной связью
- Г) α –1,4 –гликозидной связью
- Д) β –1,4 –гликозидной связью

2. Если одна цепь ДНК содержит фрагмент Г-Ц-Ц-А-А-Т-Г-Ц-А-Ц, то вторая цепь:

- А) А-А-Ц-А-Т-Т-Г-Г-Т-Г
- Б) Ц-Т-Г-Т-А-А-Т-А-Т-Г
- В) Ц-Ц-А-А-Т-Г-А-Т-Г-Т
- Г) Т-Ц-Г-Г-Т-Г-Т-Ц-Т-Т
- Д) Ц-Г-Г-Т-Т-А-Ц-Г-Т-Г

3. Для ДНК характерно все, кроме:

- А) количество А и Т одинаково
- Б) количество Г и Ц одинаково
- В) одна полинуклеотидная цепь комплементарна другой
- Г) нуклеотидная последовательность одной цепи идентична нуклеотидной последовательности другой
- Д) полинуклеотидные цепи антипараллельны

4. В процессе репликации участвуют все ферменты, кроме:

- А) ДНК-полимеразы
- Б) РНК-праймазы
- В) ДНК-лигазы
- Г) ДНКазы
- Д) топоизомеразы

5. Теломеры это:

- А) Капсомеры ретровирусов
- Б) Концевые последовательности ДНК хромосом эукариот
- В) Фланкирующие последовательности прокариотических генов
- Г) Некодирующие последовательности ДНК
- Д) Участки ДНК, содержащие перекрывающийся код

6. Терминация транскрипции осуществляется в результате:

- А) замедления движения РНК-полимеразы;
- Б) ускорения движения РНК-полимеразы;
- В) сплетения цепей материнской молекулы ДНК.
- Г) расхождения цепей материнской молекулы ДНК

7. К аминоацильному участку рибосомы во время трансляции может присоединяться:

- А) только инициаторная т РНК;
- Б) все т РНК, несущие аминокислоту;
- В) все т РНК, несущие аминокислоту, кроме инициаторной.
- Г) аминоацил-тРНК-синтетаза

8. Подберите к каждой группе (А, Б, В) соответствующие им соединения (а, б, в,...):

А. Нуклеозид. Б. Азотистое основание. В. Нуклеотид.

1. аденин;
2. цитидин 5'-монофосфат;
3. гуанозин;
4. цитозин;
5. аденозин;
6. уридин;
7. тимидин 5'-монофосфат.

9. Укажите необходимые условия для процесса репликации.

А. Субстраты:

1. азотистые основания;
2. дезоксинуклеозидтрифосфаты;
3. дезоксинуклеозидмонофосфаты.

Б. Матрица:

1. мРНК;
2. ДНК;
3. пептид.

В. Белковые факторы:

1. для расплетения цепей ДНК;
2. для нахождения промотора на ДНК,
3. для активации ДНК.

Г. Ферменты:

1. ДНК-зависимая РНК-полимераза;
2. ДНК-зависимая ДНК - полимераза;
3. РНК-зависимая ДНК-полимераза;
4. праймаза;

Д. Источники энергии:

1. нет;
2. ГТФ;
3. дезоксинуклеозидтрифосфаты;
4. дезоксинуклеозидмонофосфаты.

10. Укажите необходимые условия для процесса транскрипции.

А. Матрица:

1. рРНК;
2. тРНК;
3. мРНК;
4. ДНК;
5. аминокислоты;
6. полипептид.

Б. Субстраты:

1. мононуклеотиды;
2. азотистые основания;
3. нуклеозидтрифосфаты;
4. дезоксинуклеозидтрифосфаты.

В. Источники энергии:

1. энергия гидролиза АТФ;
2. энергия гидролиза ГТФ;
3. энергия субстратов.

Г. Ферменты:

1. ДНК-зависимая РНК-полимераза;
2. ДНК-зависимая ДНК - полимераза;
3. РНК-зависимая ДНК-полимераза;
4. праймаза;

Д. Белковые факторы:

1. для активации ферментов;
2. для терминации процесса;

3. не нужны;
 4. для узнавания праймера.
- Е. Место синтеза:
1. ядро;
 2. митохондрии;
 3. цитозоль.

11. Охарактеризуйте рибосому, готовую к стадии элонгации рибосомального цикла:
- А) рибосома диссоциирована;
 - Б) рибосома состоит из 2-х субъединиц, между которыми включена мРНК;
 - В) в большой субъединице рибосомы сформированы аминокислотный и пептидилный участки;
 - Г) в пептидилном участке рибосомы находится метионил-тРНК;
 - Д) в аминокислотном участке рибосомы находится метионил-тРНК;
 - Е) пептидный и аминокислотный участки рибосомы свободны.

12. Минорными нуклеотидами являются:
- А. Риботимидин;
 - Б. Аденозин;
 - В. Цитидин;
 - Г. Инозин;
 - Д. Гуанозин.

13. Выберите все, что характерно для РНК (1) и для ДНК (2).
- А) молекулярная масса млн дальтон и выше,
 - Б) одноцепочечная
 - В) двуцепочечная
 - Г) небольшая молекулярная масса
 - Д) содержит урацил
 - Е) содержит тимин
 - Ж) содержит рибозу
 - З) содержит дезоксирибозу

14. Промотор это:
- А) специфическая последовательность ДНК, определяющая место начала синтеза РНК
 - Б) затравка для ДНК-полимеразы
 - В) последовательность ДНК, определяющая, куда должен присоединиться репрессор
 - Г) последовательность ДНК, кодирующая рРНК
 - Д) специфическая последовательность ДНК, определяющая конец синтеза РНК

15. В молекуле ДНК не содержится:
- А) аденин;
 - Б) тимин;
 - В) урацил;
 - Г) гуанин;
 - Д) рибоза;
 - Е) цитозин;
 - Ж) дезоксирибоза.

Ответы: 1. Б); 2. Д); 3. Г); 4. Г); 5. Б), Г); 6. А); 7. В); 8. А (3, 5, 6), Б (1, 4), В (2, 7); 9. А2, Б2, В1, Г2,4, Д3; 10. А4, Б3, В3, Г1, Д3, Е1,2; 11. 12. А), Г); 13. 1 (Б, Г, Д, Ж), 2 (А, В, Е, З); 14. А); 15. В), Д)

Критерии оценки: Оценка по тесту выставляется пропорционально доле правильных ответов: • 90-100% - оценка «отлично» • 80-89% - оценка «хорошо» • 70-79% - оценка «удовлетворительно» • Менее 70% правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

Задания, указанные ниже, рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины

Задания закрытого типа

Функции шероховатой эндоплазматической сети:

- А) синтез белков;**
- Б) синтез ДНК;
- В) синтез жиров и углеводов;
- Г) внутриклеточное переваривание;

Теломеры это:

- А) Капсомеры ретровирусов
- Б) Концевые последовательности ДНК хромосом эукариот**
- В) Фланкирующие последовательности прокариотических генов
- Г) Некодирующие последовательности ДНК
- Д) Участки ДНК, содержащие перекрывающийся код

К аминоацильному участку рибосомы во время трансляции может присоединяться:

- А) только инициаторная т РНК;
- Б) все т РНК, несущие аминокислоту;**
- В) все т РНК, несущие аминокислоту, кроме инициаторной.
- Г) аминоацил-тРНК-синтетаза

В процессе репликации участвуют все ферменты, кроме:

- А) ДНК-полимеразы
- Б) РНК-праймазы
- В) ДНК-лигазы
- Г) ДНКазы**
- Д) топоизомеразы

Последовательность аминокислот в молекуле гормона инсулина кодируется:

- а) последовательностью структурных генов;
- б) количеством и последовательностью нуклеотидов в экзонных участках гена;**
- в) определенным чередованием экзонных и интронных участков;
- г) количеством и последовательностью нуклеотидов в интронных участках гена.

Основу нуклеосомы составляют:

- а). глобула из 8 белковых молекул**
- б). глобула из 6 белковых молекул
- в). глобула из 2 белковых молекул
- г). глобула из 4 белковых молекул

Стадии постановки ПЦР:

- а) пробоподготовка, детекция
- б) выделение чистой культуры
- в) пробоподготовка, амплификация, детекция**
- г) идентификация

Механизм амплификации ПЦР включает:

- а) денатурацию, отжиг, элонгацию**
- б) отжиг, пробоподготовка
- в) элонгацию, детекцию
- г) образование иммунного комплекса

Фазы нормального клеточного цикла все, кроме:

- а) Фаза S
- б) Фаза А**
- в) Фаза G1
- г) Фаза G2

На один виток двойной спирали ДНК, находящейся в В-форме, приходится следующее число пар оснований:

- А. 5;
- Б. 10;**
- В. 15;
- Г. 20.

Задания открытого типа

В процессе транскрипции образуется первичный транскрипт мРНК, который комплементарен гену. Из чего состоит первичный транскрипт?

Ответ. Из пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов

Сколько нуклеотидов содержит ген (обе цепи ДНК) в котором запрограммирован белок инсулин из 51 аминокислоты?

Ответ. 306

В молекуле ДНК 13% адениловых нуклеотидов, сколько в ней содержится гуаниловых нуклеотидов?

Ответ. 37%.

В чем заключается и где протекает процесс трансляции?

Ответ. Трансляция – это синтез белка на матрице РНК. Данный процесс протекает в цитоплазме.

Одна из цепей ДНК имеет молекулярную массу 103500. Определите количество аминокислот, закодированных в ней, если известно, что средняя молекулярная масса нуклеотида равна 300.

Ответ. Молекулярную массу ДНК надо разделить на молекулярную массу одного нуклеотида, получим количество нуклеотидов: $103500 : 300 = 345$ нуклеотидов. Так как 3 нуклеотида кодируют 1 аминокислоту, то 345 надо разделить на 3 и получить количество аминокислот в белке: $345 : 3 = 115$.

Достроить вторую цепочку молекулы ДНК, имеющую следующую последовательность нуклеотидов в одной цепи: АТТЦГАЦГГЦТАТАГ.

Ответ. ТААГЦТГЦЦГАТАТЦ

Что образуется в ходе обратной транскрипции?

Ответ. Образуется ДНК на матрице РНК

Какова последовательность и количество триплетов не кодирующих ни одну из известных аминокислот?

Ответ. 3: UAG, UAA и UGA

В чем основное отличие процессов трансляции и транскрипции у про- и эукариот.

Ответ. В связи с отсутствием ядра у прокариот наблюдается процесс сопряженной транскрипции и трансляции, а у эукариот данного явления не наблюдается

Ген эукариот, кодирующий белок А, включает пять экзонов (по 140 пар нуклеотидов) и три интрона (по 720 пар нуклеотидов). Определите содержание нуклеотидов в незрелой про-и-РНК и в зрелой и-РНК.

Ответ. Незрелая про-и-РНК содержит $5 \times 140 + 3 \times 720 = 2860$ нуклеотидов.

Зрелая и-РНК содержит $5 \times 140 = 700$ нуклеотидов

Ситуационные задачи

Молекула ДНК состоит из 1000 нуклеотидов, какова ее длина? Какова длина иРНК, построенной на данной молекуле ДНК?

Ответ. Поскольку молекула ДНК двухцепочечная, то чтобы узнать, сколько нуклеотидов в одной цепи, надо $1000 : 2 = 500$ пар нуклеотидов. Зная длину нуклеотида в цепи, можно вычислить

длину ДНК : $500 \times 0,34 \text{ нм} = 170 \text{ нм}$. Такую же длину будет иметь иРНК, так как она строится на одной цепи ДНК.

Участок мРНК имеет триплетную структуру: АЦА УУА УАА АУГ УУУ. Какой этап трансляции осуществляется на этом участке?

Ответ. В условии задачи даны 5 триплетов матричной РНК транскрибируемого на рибосоме участка. Видно, что третий триплет – УАА - это стоп-кодон – терминатор трансляции. Следовательно, на этом участке происходит терминация трансляции данного гена. А следующий кодон - АУГ инициирует трансляцию следующего гена.

Определите триплеты (антикодоны) т-РНК, участвующие в синтезе белка, если кодирующий фрагмент ДНК состоит из нуклеотидов: Г-Г-Т-А-Ц-Г-А-Т-Г-Т-Ц-А-А-Г-А. Сколько тРНК участвует в синтезе белка?

Ответ. 5 тРНК: Г-Г-У, А-Ц-Г, А-У-Г, У-Ц-А, А-Г-А.

Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность ЦЦАТАГЦ. Определите нуклеотидную последовательность второй цепи и общее число водородных связей, которые образуются между двумя цепями ДНК. Объясните полученные результаты.

Ответ. 1 цепь ДНК: ЦЦАТАГЦ, 2 цепь ДНК: ГГТАТЦГ, между нуклеотидами А и Т образуются 2 водородные связи, всего связей $3 \times 2 = 6$, между нуклеотидами Г и Ц образуются 3 водородные связи, число связей $4 \times 3 = 12$. Общее число связей между двумя цепями $12 + 6 = 18$.

Какое изменение молекулы ДНК сильнее повлияет на строение белка: выпадение одного нуклеотида из триплета или целого триплета? Ответ поясните.

Ответ. Сильнее повлияет выпадение одного нуклеотида, т.к. в этом случае сбивается рамка считывания и все последующие триплеты будут считываться не правильно и будут встраиваться не верные аминокислоты. В случае выпадения целого триплета будет синтезирован белок, отличающийся от целевого отсутствием одной аминокислоты.

Ситуационные задачи

Остатки цитозина очень медленно самопроизвольно теряют свою аминогруппу. Объясните к чему это приводит и как с этим изменением справляется клетка?

Ответ. При отщеплении аминогруппы от цитозина она превращаются в остатки урацила, которые обычно отсутствуют в ДНК. Это обстоятельство позволяет репаративной системе клетки узнавать продукт дезаминирования и удалять его. Можно утверждать, что именно поэтому в ДНК в отличие от РНК вместо урацила присутствует тимин: урацил неотличим от продукта спонтанного дезаминирования цитозина. В случае нарушения процессов репарации происходит изменение структуры ДНК – мутация – и синтезу измененного белка с нарушением отдельных функций.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устного собеседования, используя вопросы из перечня

1. Исследования, инициировавшие развитие молекулярной биологии (правила Чаргаффа, рентгеноструктурные исследования Франклин и Уилкинса и др). Влияние молекулярной биологии на сферы человеческой жизни.
2. Центральная догма молекулярной биологии. Принцип комплементарности.
3. РНК как посредник между генами и белками. Отличительные особенности структуры РНК по сравнению с ДНК.
4. Общие принципы синтеза белка. Рибосома как катализатор формирования пептидных связей. Понятие о репарации как о матричном синтезе.
5. Гены как сегменты молекул ДНК – полимера, состоящего из нуклеотидов. Состав нуклеотидов.
6. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания.
7. Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодиэфирных связей между мононуклеотидами.

8. ДНК – двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований. Образование водородных связей между основаниями.
9. Полярность ДНК. Химические и структурные особенности полинуклеотидных цепей.
10. Структурные гены, регуляторные и межгенные участки ДНК.
11. Суперспирализация ДНК.
12. Первичная, вторичная, третичная структура ДНК. Образование нуклеосом с участием гистонов. Уровни упаковки хромосомы.
13. Наследственный характер генетической информации. Полуконсервативный механизм репликации.
14. Разделение двух нитей биспиральной молекулы ДНК – первый этап репликации. Расплетание суперспиралей. Действие ДНК-гираз, ДНК-хеликаз, ДНК-связывающих белков.
15. ДНК-полимеразы: катализируемая реакция, формы, свойства и функции.
16. Репликационная вилка – область удвоения молекулы ДНК. Особенности сборки ведущей и отстающей цепей ДНК.
17. Фрагменты Оказаки и особенности их синтеза. РНК – затравки. Действие праймазы и ДНК-полимеразы I.
18. ДНК-лигазы. Заплетение ДНК в спираль.
19. Механизм деления кольцевых хромосом бактерий и репликация хромосом у эукариот.
20. Действие теломеразы.
21. Вирусная ДНК и ДНК прокариотических клеток.
22. Плазмиды.
23. Особенности ДНК эукариотических клеток (резервные копии генов, повторяющиеся последовательности, псевдогены, палиндромы).
24. Нетранслируемые последовательности (интроны) эукариотических генов.
25. Цитоплазматическая ДНК эукариотических клеток.
26. Исправление ошибок при репликации.
27. Особенности репликации в эукариотических клетках.
28. Транскрипция генов: понятие, принцип.
29. РНК-полимераза, распознавание зон присоединения фермента к ДНК, инициация транскрипции, смысловые последовательности.
30. Синтез мРНК: элонгация транскрипции.
31. Терминация транскрипции.
32. Механизмы регуляции транскрипции: конститутивные и индуцибельные гены.
33. Белки-активаторы транскрипции.
34. Белки-репрессоры транскрипции.
35. Сигнальные молекулы для белков-регуляторов транскрипции.
36. Присоединение регуляторных белков к ДНК.
37. Сгр-белок - пример белка глобального регулирования.
38. Регуляторные нуклеотиды.
39. Модель оперона для управления генами. Лас-оперон.
40. Регулирование активности генов с помощью антисмысловой РНК.
41. Особенности РНК-полимеразы эукариотических клеток.
42. Ингибиторы транскрипции.
43. Посттранскрипционный процессинг: образование рРНК и тРНК из предшественников.
44. Гетерогенные ядерные РНК - предшественники эукариотических мРНК.
45. Процессинг предшественников мРНК. Роль мяРНК в вырезании интронов и воссоединении экзонов.
46. Обратная транскрипция.
47. РНК-зависимая РНК-полимераза.
48. Генетический код. Его особенности.
49. Прокариотические рибосомы.
50. Цитоплазматические рибосомы эукариот.
51. Трансляция: понятие, основные принципы и этапы.
52. Роль тРНК как адаптера, правила рецессии.
53. Структура транспортной РНК.
54. Рамки считывания генетической информации.
55. Активация аминокислот – первый этап трансляции. Аминоацил-тРНК-синтетазы.
56. Иницирующие аминокислоты у прокариот и эукариот.
57. Инициация трансляции.
58. Элонгация. Стадии элонгации.
59. Терминация трансляции. Релизинг факторы.
60. Особенности трансляции у прокариот и эукариот.
61. Полисомы. Совместная трансляция и транскрипция у бактерий.
62. Прекращение синтеза белка на дефектной РНК-посреднике. Функционирование тмРНК.

63. Уничтожение дефектных белков хвостовой протеазой.
64. Посттрансляционный процессинг.
65. Адресованный транспорт белков.
66. Ингибиторы белкового синтеза.
67. Выделение ДНК и рестрикционная фрагментация.
68. ПЦР-анализ.
69. Рекомбинантные ДНК.
70. Использование ДНК-технологий для выращивания модифицированных микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ
71. Использование ДНК-технологий для разработки новых подходов лечения наследственных заболеваний, а также для идентификации личности и установления родства.

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 формах: *устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы); 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.