

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярная биология

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль)

Пищевая микробиология

Квалификация выпускника

бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Молекулярная биология» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности: *22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере технологий комплексной переработки мясного и молочного сырья);*

40 Сквозные виды профессиональной деятельности.

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	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	ИД1 _{ОПК-3} – Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, знание основ эволюционной теории и современных направлений исследования эволюционных процессов, 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
			ИД4 _{ОПК-3} – Владеет базовыми знаниями биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома
			ИД5 _{ОПК-3} – Владеет теоретическими знаниями и способен применять базовые практические навыки в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-3} – Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, знание основ эволюционной теории и современных направлений исследования эволюционных процессов, 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	Знает: современные принципы молекулярной биологии и генетики
	Умеет: проводить исследования в области молекулярной биологии, еномики, протеомики, генетики развития
	Владеет: знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике
ИД4 _{ОПК-3} – Владеет базовыми знаниями биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома	Знает: основы биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома
	Умеет: ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии
	Владеет: современными представлениями об методах биотехнологии и геномной инженерии

ИД5 _{ОПК-3} – Владеет теоретическими знаниями и способен применять базовые практические навыки в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Знает: практические навыки в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий
	Умеет: приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий
	Владеет: информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к *обязательной части* «Дисциплины/модули» Блока 1 ОП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: «Цитология», «Общая биология и биология человека», «Гистология».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин «Биохимия», «Молекулярная биология», «Теория эволюции», «Физиология человека и животных», «Физиология растений», «Введение в биотехнологию и биоинженерию», «Биология размножения и развития», «Иммунология», практической подготовки и подготовки выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:	47,95	47,95
Лекции	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,75	0,75
Консультации перед экзаменом	2,0	2,0
Вид аттестации (экзамен)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	62,25	62,25
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	18,25	18,25
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	16	16
Домашнее задание	14	14
Другие виды самостоятельной работы	14	14
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Вопросы молекулярной биологии	Строение свойства и биологическая роль нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Репликация. Номенклатура, строение, свойства, функции и обмен мононук-	31,25

		<p>леотидов. 5', 3'-фосфодиэфирная связь, как основа линейных (первичных) структур РНК и ДНК. Пространственные структуры полинуклеотидов, их денатурация и ренативация. Гибридизация нуклеиновых кислот и ее роль в систематике. Организация геномов вирусов и прокариот. Мозаичная структура генов в геномах эукариот. Строение нуклеопротеидов на примерах вирусов, рибосом и хроматина. Субстраты, источник энергии, матрица, ферменты и другие белки ДНК-репликативного комплекса. Стехиометрия реакций биосинтеза ДНК. Технология рекомбинантных и химерных молекул ДНК. Роль полимеразной цепной реакции (ПЦР) в изучении геномов и диагностике болезней. Матричные биосинтезы: транскрипция; трансляция. Стехиометрия реакций биосинтеза РНК. Сигналы инициации и терминации транскрипции в ДНК, как матрице РНК-полимераз. Понятие о первичных транскриптах, посттранскрипционном процессинге и роли малых ядерных РНК в созревании транспортных, рибосомных и матричных РНК. Трансляция, как результат реализации основного постулата молекулярной генетики. Коллинеарность и однонаправленность нуклеотидных последовательностей экзонов, аминокислотным последовательностям белков. Биологический код. Субстратная специфичность аминоацил-РНК-синтетаз, биосинтез аминоацил-РНК и понятие изоакцепторных т-РНК. Бесклеточные белоксинтезирующие системы. Синтез полипептида на рибосоме. Основные этапы посттрансляционного процессинга. Шапероны, как особый класс, облегчающий формирование нативных конформаций молекул белков и защищающий их от денатурации в условиях клетки. Белки теплового шока и роль металлотениона в обезвреживании ионов тяжелых металлов. Теория оперонов. Эхансеры (усилители) и силенсеры (гасители) операторных участков гена. Процессинг мРНК, ее транспорт в цитоплазму и контроль стабильности, как механизмы управления биосинтезом белков в клетках эукариот.</p>	
2	Динамическая биохимия	<p>Основы метаболизма и биоэнергетики. Классификация организмов по типам обмена веществом и энергией с окружающей средой. Основные (нутриенты) и минорные компоненты пищи гетеротрофов, понятия суточной потребности, возрастных норм и региональных дефицитов. Механизмы внутри- и внеклеточного пищеварения и относительная заменимость углеводов, липидов и белков пищи. Пищевая ценность белков, понятие о незаменимых аминокислотах. Особенности биологического окисления. Структура, свойства и функции митохондрий. Амфиболический цикл лимонной кислоты и реакции его пополнения. Организация и биологическая роль дыхательных цепей. Окисление водорода субстратов с образованием воды и трансмембранного электрохимического потенциала протонов. Роль адениловых нуклеотидов в окислительном фосфорилировании и дыхательном контроле. Эффект разобщения и терморегуляторная функция тканевого дыхания. Понятие гипознергетических состояний и их причины. Термогенная функция адипоцитов бурой жировой ткани. Образование токсических форм кислорода, механизмы их повреждающего действия, системы антиоксидантной защиты и неспецифической резистентности. ЦТК как общий и конечный путь окисления углеводов, липидов и белков. Последовательность реакций конечного пути окисления глюкозы. Механизмы, физиологическая роль и распространенность аэробного окисления глюкозы. Аллостерические механизмы управления процессами аэробного гликолиза в клетках. Обмен углеводов. Переваривание сложных углеводов. Анаэробный путь окисления глюкозы. Биосинтез простых и сложных углеводов. Цикл Кори. Роль петозофосфатного пути окисления глюкозы в обмене веществ. Обмен липидов. Переваривание сложных липидов. Бета-окисление ВЖК. Биосинтез липидов. Биологические мембраны: роль белков, углеводов и липидов в функционировании мембран.</p>	40

		Обмен белков. Понятие о протеолитических ферментах. Пути распада и образования аминокислот. Биогенные амины. Обмен отдельных аминокислот. Орнитиновый цикл. Азотистые небелковые вещества, их биологическая роль, синтез и распад.	
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	Интеграция клеточного метаболизма. Понятие о специфических и общих путях анаэробного и аэробного метаболизма. Сравнение нервной и гуморальной систем межклеточных коммуникаций. Классификация систем гуморальной регуляции и принципы их действия. Эндокринная система и общепринятые классификации гормонов. Механизмы действия, биосинтеза, депонирования, секреции и транспорта гормонов. Клетки-мишени, наборы их рецепторов и механизмы трансдукции внешних сигналов. Клеточный ответ, как механизм замыкания обратной связи с системой управления. Функции важнейших гормонов в организме. Влияние гормонов на биохимические процессы: на изменение активности ферментов, регуляцию белкового синтеза, на проницаемость клеточных мембран. Биохимическая сущность антагонизма и синергизма действия гормонов. Гормональные ансамбли, их биологическая роль. Биотрансформация и выведение продуктов метаболизма гормонов	36
	<i>Консультации текущие</i>		0,75
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2,0
	<i>Вид аттестации (зачет)</i>		0,2
	<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>		33,8

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ЛР ак. ч	СРО, ак. ч
1	Вопросы молекулярной биологии	4	8	19,25
2	Динамическая биохимия	6	12	22
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	5	10	21
	<i>Консультации текущие</i>		0,75	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2,0	
	<i>Вид аттестации (зачет)</i>		0,2	
	<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>		33,8	

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Вопросы молекулярной биологии	Строение свойства и биологическая роль нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Репликация. Номенклатура, строение, свойства, функции и обмен мононуклеотидов. 5', 3'-фосфодифирная связь, как основа линейных (первичных) структур РНК и ДНК. Пространственные структуры полинуклеотидов, их денатурация и ренатурация. Гибридизация нуклеиновых кислот и ее роль в систематике. Организация геномов вирусов и прокариот. Мозаичная структура генов в геномах эукариот. Строение нуклеопротеидов на примерах вирусов, рибосом и хроматина. Субстраты, источник энергии, матрица, ферменты и другие белки ДНК-репликативного комплекса. Стехиометрия реакций биосинтеза ДНК. Технология рекомбинантных и химерных молекул ДНК. Роль полимеразной цепной реакции (ПЦР) в изучении геномов и диагностике болезней. Матричные биосинтезы: транскрипция; трансляция. Стехиометрия реакций биосинтеза РНК. Сигналы инициации и терминации транскрипции в ДНК, как матрице РНК-полимераз. Понятие о первичных транскриптах, посттранскрипционном процессинге и роли малых ядерных РНК в созревании транспортных, рибосомных и матричных РНК. Трансляция, как результат реализации основного постулата молекулярной генетики. Коллинеарность и однонаправленность нуклеотидных последовательностей экзонов, аминокис-	4

		лотным последовательностям белков. Биологический код. Субстратная специфичность аминоксилт-РНК-синтетаз, биосинтез аминоксилт-РНК и понятие изоакцепторных т-РНК. Бесклеточные белоксинтезирующие системы. Синтез полипептида на рибосоме. Основные этапы посттрансляционного процессинга. Шапероны, как особый класс, облегчающий формирование нативных конформаций молекул белков и защищающий их от денатурации в условиях клетки. Белки теплового шока и роль металлотениона в обезвреживании ионов тяжелых металлов. Теория оперонов. Эхансеры (усилители) и силенсеры (гасители) операторных участков гена. Процессинг мРНК, ее транспорт в цитоплазму и контроль стабильности, как механизмы управления биосинтезом белков в клетках эукариот.	
2	Динамическая биохимия	Основы метаболизма и биоэнергетики. Классификация организмов по типам обмена веществом и энергией с окружающей средой. Основные (нутриенты) и минорные компоненты пищи гетеротрофов, понятия суточной потребности, возрастных норм и региональных дефицитов. Механизмы внутри- и внеклеточного пищеварения и относительная заменимость углеводов, липидов и белков пищи. Пищевая ценность белков, понятие о незаменимых аминокислотах. Особенности биологического окисления. Структура, свойства и функции митохондрий. Амфиболический цикл лимонной кислоты и реакции его пополнения. Организация и биологическая роль дыхательных цепей. Окисление водорода субстратов с образованием воды и трансмембранного электрохимического потенциала протонов. Роль адениловых нуклеотидов в окислительном фосфорилировании и дыхательном контроле. Эффект разобщения и терморегуляторная функция тканевого дыхания. Понятие гипознергетических состояний и их причины. Термогенная функция адипоцитов бурой жировой ткани. Образование токсических форм кислорода, механизмы их повреждающего действия, системы антиоксидантной защиты и неспецифической резистентности. ЦТК как общий и конечный путь окисления углеводов, липидов и белков. Последовательность реакций конечного пути окисления глюкозы. Механизмы, физиологическая роль и распространенность аэробного окисления глюкозы. Аллостерические механизмы управления процессами аэробного гликолиза в клетках. Обмен углеводов. Переваривание сложных углеводов. Анаэробный путь окисления глюкозы. Биосинтез простых и сложных углеводов. Цикл Кори. Роль петозофосфатного пути окисления глюкозы в обмене веществ. Обмен липидов. Переваривание сложных липидов. Бета-окисление ВЖК. Биосинтез липидов. Биологические мембраны: роль белков, углеводов и липидов в функционировании мембран. Обмен белков. Понятие о протеолитических ферментах. Пути распада и образования аминокислот. Биогенные амины. Обмен отдельных аминокислот. Орнитиновый цикл. Азотистые небелковые вещества, их биологическая роль, синтез и распад.	6
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	Интеграция клеточного метаболизма. Понятие о специфических и общих путях анаэробного и аэробного метаболизма. Сравнение нервной и гуморальной систем межклеточных коммуникаций. Классификация систем гуморальной регуляции и принципы их действия. Эндокринная система и общепринятые классификации гормонов. Механизмы действия, биосинтеза, депонирования, секреции и транспорта гормонов. Клетки-мишени, наборы их рецепторов и механизмы трансдукции внешних сигналов. Клеточный ответ, как механизм замыкания обратной связи с системой управления. Функции важнейших гормонов в организме. Влияние гормонов на биохимические процессы: на изменение активности ферментов, регуляцию белкового синтеза, на проницаемость клеточных мембран. Биохимическая сущность антагонизма и синергизма действия гормонов Гормональные ансамбли, их биологическая роль. Биотрансформация и выведение продуктов метаболизма гормонов	5

5.2.2 Практические занятия (семинары) *не предусмотрены*

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Вопросы молекулярной биологии	Выделение нуклеопротеидов из дрожжей и муцина из слюны	8
2	Динамическая биохимия	Брожение как модель изучения процессов метаболизма. Обнаружение продуктов дрожжевого сбраживания. Сопоставление окислительно-восстановительных потенциалов рибофлавина и индикатора метиленового синего.	4
		Определение глюкозы в крови унифицированным ортотолуидиновым методом. Количественное определение глюкозы в биологических жидкостях ферментативным методом. Определение глюкозы в крови с помощью автономного экспресс-анализатора крови.	4
		Влияние желчи на активность липазы. Определение содержания холестерина в биожидкостях. Определение содержания триглицеридов в биожидкостях. Определение количества мочевины в биожидкостях. Определение количества мочевой кислоты в биожидкостях. Определение количества креатинина в биожидкостях с помощью тест-набора. Определение количества билирубина в биожидкостях.	4
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	Определение концентрации пировиноградной кислоты в биожидкостях.	10
		Взаимосвязь обмена аминокислот, жиров и углеводов и ее проявление. Основные узлы переключения метаболизма. Иерархия регуляторных систем. Механизмы действия гормонов	

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Вопросы молекулярной биологии	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6,25
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	5
		Домашнее задание, реферат	4
		Другие виды самостоятельной работы	4
2	Динамическая биохимия	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	6
		Домашнее задание, реферат	5
		Другие виды самостоятельной работы	5
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	5
		Домашнее задание, реферат	5
		Другие виды самостоятельной работы	5

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. *Коничев, А. С.* Молекулярная биология : учебник для вузов (гриф УМО ВО). — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 422 с. <https://urait.ru/bcode/517095>

2. Молекулярная биология : учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 93 с. <https://e.lanbook.com/book/103922>
3. Луковникова, Л. Б. Молекулярная биология : учебное пособие. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. — 10 с. <https://e.lanbook.com/book/153182>

6.2 Дополнительная литература

4. Маскаева, Т. А. Молекулярная биология : учебное пособие. — Саранск : МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2013. — 158 с. <https://e.lanbook.com/book/75096>
5. Сборник заданий по молекулярной биологии : учебно-методическое пособие / составитель М. Ю. Куприянова. — Чебоксары : ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, 2021. — 76 с. <https://e.lanbook.com/book/192192>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/>.

2. Самостоятельная работа студентов предполагает работу с отечественной литературой, учебниками, конспектами лекций, учебно-методическими материалами к практическим работам по алгоритму, детально изложенному в Методических указаниях к выполнению самостоятельной работы.

Методические указания размещены дополнительно в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/> Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в виде тестирований, опросов, устных ответов, представления публичной защиты проектов.

Биохимия с основами молекулярной биологии : учебное пособие / составители Ю. Н. Митрасов, М. Ю. Куприянова. — Чебоксары : ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, 2021. — 196 с. <https://e.lanbook.com/book/192260>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория № 204 для проведения учебных занятий.	Проектор Epson EB-S41. Комплекты мебели для учебного процесса. Набор демонстрационного материала и комплекты оценочных материалов, обеспечивающих тематические иллюстрации и проведение профильных тренингов.
Учебная аудитория № 418 для проведения учебных занятий.	Ферментный анализатор ПЛАГ-И, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, поляриметр СМ-3, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего ак. ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч.
		6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:	20,5	20,5
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Лабораторные занятия	12	12
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,3	0,3
Консультации перед экзаменом	2	2
Виды аттестации (экзамен)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	89,7	89,7
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	38,25	38,25
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	19,45	19,45
Домашнее задание	16	16
Другие виды самостоятельной работы	16	16
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	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	ИД1 _{опк-3} – Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, знание основ эволюционной теории и современных направлений исследования эволюционных процессов, 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
			ИД4 _{опк-3} – Владеет базовыми знаниями биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома
			ИД5 _{опк-3} – Владеет теоретическими знаниями и способен применять базовые практические навыки в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{опк-3} – Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, знание основ эволюционной теории и современных направлений исследования эволюционных процессов, 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	Знает: современные принципы молекулярной биологии и генетики
	Умеет: проводить исследования в области молекулярной биологии, геномики, протеомики, генетики развития
	Владеет: знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике
ИД4 _{опк-3} – Владеет базовыми знаниями биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома	Знает: основы биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома
	Умеет: ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии
	Владеет: современными представлениями об методах биотехнологии и геномной инженерии
ИД5 _{опк-3} – Владеет теоретическими знаниями и способен применять базовые практические навыки в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Знает: подходы в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий
	Умеет: приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий
	Владеет: информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Вопросы молекулярной биологии	ИД1 _{опк-3} ИД4 _{опк-3} ИД5 _{опк-3}	Тест	1-15	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	16-25	Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной и практической работы)	41-43	Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Домашнее задание	51-54	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
2	Динамическая биохимия	ИД1 _{опк-3} ИД4 _{опк-3} ИД5 _{опк-3}	Собеседование (вопросы для зачета)	26-33	Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной и практической работы)	44-47	Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Домашнее задание	55-57	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
3	Принципы регуляции обмена веществ в организме	ИД1 _{опк-3} ИД4 _{опк-3} ИД5 _{опк-3}	Собеседование (вопросы для зачета)	34-40	Процентная шкала.0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной и практической работы)	48-50	Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Домашнее задание	58-60	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

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

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена). Зачет проводится в виде тестового задания.

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков;

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

3.1 Тесты (тестовые задания)

3.1.1 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

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1.	Нуклеиновые кислоты были открыты в середине 60-х гг. 19 века: а) голландцем Гуго де Фризом б) швейцарским ученым Ф. Мишером. в) английским ученым Ч. Дарвином г) американским биологом Джеймсом Уотсоном
2.	Структурная единица молекул нуклеиновых кислот: а) нуклеотид б) нуклеозид в) нуклеосома г) все ответы верны
3.	Трехмерная модель пространственного строения молекулы ДНК в виде двойной спирали была предложена в 1953 году: а) американским биологом Дж. Уотсоном б) английским физиком Ф. Криком

	в) русским ученым Р. Вихровым
4.	Нуклеозид - это двухкомпонентная система, структурными единицами которой являются: а) азотистое основание и остаток фосфорной кислоты б) азотистое основание и углеводный компонент в) углеводный компонент и остаток фосфорной кислоты г) остаток фосфорной кислоты и аминокислота
5.	Азотистые основания, относящиеся к классу пиримидинов: а) аденин и тимин б) тимин и цитозин в) урацил
6.	Нуклеотиды, входящие в состав молекулы ДНК: а) аденин и гуанин б) урацил и метилурацил в) тимин и цитозин
7.	Углеводный компонент молекулы ДНК: а) рибоза б) галактоза в) дезоксирибоза г) мальтоза
8.	Базовые основания в молекулах ДНК находятся друг от друга на расстоянии: а) 0,34 нанометра б) 0,34 микрометра в) 0,34 пикометра г) 0,34 миллиметра
9.	Информация о строении белка передается в цитоплазму: а) матричной РНК; б) транспортной РНК; в) рибосомной РНК.
10.	Участок, разделяющий две нуклеосомы, называют: а) соленоид; б) линкер; в) гистон.
11.	РНК в ядре сосредоточено в: а) ядерной оболочке; б) ядрышке; в) нуклеоплазме.
12.	Процессинг – это: а) Синтез РНК; б) Созревание РНК; в) Созревание ДНК.
13.	Репликация – это: а) копирование ДНК с образованием 2-х идентичных дочерних молекул; б) процесс переписывания информации с ДНК на РНК; в) процесс синтеза белка.
14.	Основной фермент репликации: а) ДНК-полимераза; б) геликаза; в) лигаза.
15.	Для осуществления процесса репликации в нуклеоплазме необходимо наличие: а) нуклеозидмонофосфатов; б) нуклеозиддифосфатов; в) нуклеозидтрифосфатов.

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; **отметка в системе**

«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»

0-59,99% - неудовлетворительно;
 60-74,99% - удовлетворительно;
 75- 84,99% -хорошо;
 85-100% - отлично.

3.2 Собеседование (вопросы для зачета)

3.2.1. 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

Номер вопроса	Текст вопроса
16.	<p>Структура и биологические функции ДНК Ответ: ДНК (деоксирибонуклеиновая кислота) представляет собой линейный полимер, состоящий из четырех типов дезокси-рибонуклеотидов, или нуклеотидов. Молекула ДНК включает в себя две спирально закрученных полинуклеотидных цепи, имеющих длину от нескольких тысяч до нескольких миллионов нуклеотидов. ДНК состоит из нуклеотидов, представляющих собой фосфорные эфиры нуклеозидов и включающих в себя остаток фосфорной кислоты, основание и сахар (деоксирибозу). Молекулы ДНК обладают способностью к самоудвоению. Самоудвоение ДНК происходит перед делением клетки и называется репликацией. В результате этого процесса образуются две точные копии исходной молекулы. Репликация ДНК. Самоудвоение ДНК лежит в основе процессов размножения. Оно обеспечивает передачу наследственной информации потомству.</p>
17.	<p>Репликация ДНК у прокариот и эукариот Ответ: Репликация – процесс копирования молекулы ДНК, при котором соблюдается порядок чередования нуклеотидов, имеющийся в материнских комплементарных нитях. Этот процесс происходит перед каждым делением клетки. Комплементарность азотистых оснований является основой для синтеза тождественных молекул ДНК. Процесс репликации начинается с раскручивания молекулы ДНК, при этом происходит разрыв водородных связей между азотистыми основаниями и расхождение цепей. После этого к каждой из образовавшихся цепей присоединяются комплементарные азотистые основания, и происходит образование двух новых дочерних молекул ДНК. Данный способ удвоения молекул носит название полуконсервативного. Определенные ферменты, носящие название ДНК-полимеразы, участвуют в этом процессе репликации. Процесс разделения цепей ДНК начинается в участке, называемом вилкой репликации (рис. 2.2.1). Процесс репликации у эукариот и прокариот несколько различается. Так, у прокариот вилка репликации существует в определенной генетически детерминированной точке. У эукариот существует несколько точек репликации.</p>
18.	<p>Транскрипция у прокариот и эукариот Ответ: Транскрипция – биосинтез иРНК на матрице ДНК. Процесс консервативный. Ферменты синтеза: А) РНК-полимераза I синтезирует р-РНК; Б) РНК-полимераза II синтезирует и-РНК; В) РНК-полимераза III – т-РНК. Субстраты синтеза: матрица, рибонуклеозидтрифосфаты, ионы Mg²⁺, праймер не требуется. В эукариотической клетке процесс трансляции протекает в цитоплазме, а процесс транскрипции – в ядре. В клетке прокариот оба процесса протекают в цитоплазме. У прокариот имеется только одна РНК-полимераза, транскрибирующая любые гены. В клетке эукариот существуют три вида РНК-полимераз: РНК-полимераза I осуществляет синтез рРНК, РНК-полимераза II осуществляет синтез тРНК и сРНК, РНК-полимераза III осуществляет синтез сРНК, тРНК и 5SrРНК. 48 Помимо РНК-полимераз, присутствующих в ядре клетки, у эукариот также имеются РНК-полимеразы в митохондриях и хлоропластах. Гены, кодирующие рибосомы в клетке, сближены друг с другом и, таким образом, они объединены в несколько отдельных кластеров. У человека имеется около 200 генов, кодирующих рРНК. В ядре происходит синтез тРНК, после этого рибосомы поступают в цитоплазму, где происходит синтез</p>

	<p><i>рибосомных белков. При образовании рибосом в ядре их присутствует несколько сотен тысяч. Процесс синтеза рибосом протекает в ядрышке, при этом в ядре могут присутствовать несколько ядрышек. У прокариот единицу транскрипции представляет собой оперон, в то время как у эукариот – отдельный ген. На расстоянии –25 п.н. от +1 нукл. находится ТАТА-бокс. Его позиция определяет точку инициации транскрипции. А на расстоянии –60–80 п.н. находится ЦААТ-бокс, который не является абсолютно необходимым, но присутствует перед большинством генов.</i></p>
19.	<p>Структура нуклеосомы</p> <p><i>Ответ: Нуклеосома состоит из четырёх пар гистонов, которые образуют её кор (ядро). Две пары димеров H2A-H2B и тетрамериз двух пар гистонов H3 и H4. Сначала с ДНК ассоциируется тетрамер, а после – два димера. ДНК делает вокруг нуклеосомы 1,75 оборота. При обработке микрококковой нуклеазой можно получить минимальное количество оснований на нуклеосоме – 146. Реально на одну нуклеосому приходится примерно 180 bp (пар оснований). Кроме того, в организацию нуклеосомной последовательности вовлечён гистон H1. Считается, что он ассоциирован с линкерной ДНК. У коровых гистонов выражена доменная структура: неструктурированный С-конец, центральная глобулярная часть, положительно заряженный N-конец. На N-концах примерно каждый четвёртый остаток – лизин или аргинин. Взаимодействуя с ними, отрицательно заряженная ДНК фиксируется на нуклеосоме. Гистоны могут быть ацетилированы, метилированы, фосфорилированы, ADP-рибозилированы</i></p>
20.	<p>Регуляция активности генов</p> <p><i>Ответ: В ходе развития многоклеточных организмов активность генов весьма разнообразна. Некоторые гены являются неактивными (репрессированными). Некоторые гены имеют активность на ранней стадии развития, но инактивируются позднее. Эпигенетические изменения генов – обратимые изменения активности генов, приводящие к изменению активности генов, но не связанные с нарушением нуклеотидной последовательности ДНК. На отсутствие активности у определенного гена может влиять компактная структура хроматина (гетерохроматина). На образование такой структуры могут влиять процессы метилирования или деметилирования. Метилирование – процесс, обратный мутации, которая возникает из-за замены части нуклеотидной последовательности, вставки дополнительных нуклеотидов или нехватки участка гена. Метилирование происходит за счет химической модификации нуклеотидной последовательности без изменения кодирующей способности ДНК. Метилирование ДНК происходит в основном при химической модификации азотистого основания – цитозина (С). Этот процесс приводит к присоединению метильной группы к угле-роду, расположенному в положении 5 пиримидинового кольца. В процессе регуляции процесса метилирования участвует фермент ДНК-метилтрансфераза. В процессе метилирования фермент присоединяется к ДНК; водородные связи цитозина с комплементарным основанием гуанина (G) в двухнитевой ДНК разрываются, и происходит присоединение метильной группы к цитозину, который находится на двойной спирали ДНК.</i></p>
21.	<p>Индукция синтеза белков.</p> <p><i>Ответ: Изучение оперонов началось с изучения лактозного оперона (lac-оперона) E.coli. Данное образование представляет собой оперон, в котором закодированы белки, принимающие участие в процессе усвоения лактозы. Клетки E. coli обычно растут на среде, используя в качестве источника углерода глюкозу. Если в среде культивирования глюкозу заменить на дисахарид лактозу, то по истечении нескольких минут клетки адаптируются к изменившимся условиям. Они начинают продуцировать три белка, обеспечивающих утилизацию лактозы. Один из этих белков – фермент β-галактозидаза, катализирующий гидролитическое расщепление лактозы до глюкозы и галактозы</i></p>
22.	<p>Репрессия синтеза белков. Триптофановый и гистидиновый опероны.</p> <p><i>Ответ: Снижение синтеза ферментов может осуществляться за счет непосредственной репрессии синтеза ферментов. Пример данного процесса: когда микроорганизмы E. coli растут на среде, содержащей в качестве единственного источника азота соль аммония, они вынуждены синтезировать все азот-содержащие вещества. Таким образом, таким клеткам необходимо содержать ферменты, необходимые для синтеза 20 аминокислот. Но в случае добавления в такую питательную среду одной аминокислоты клетка прекращает вырабатывать набор ферментов. Это происходит за счет репрессии синтеза ферментов конечным продуктом. Этот процесс имеет следующее объяснение: при отсутствии аминокислоты у белка-репрессора отсутствует средство кооператору. При добавлении аминокислоты у молекулы репрессора появляется средство к оператору, она присоединяется к нему и синтез ферментов прекращается</i></p>
23.	<p>Полимеразная цепная реакция</p>

Ответ: ПЦР — экспериментальный метод молекулярной биологии, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определённых фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК) в пробе. На практике ПЦР представляет собой многократное повторение следующих трех реакций (рис. 27): 1. Денатурация образца ДНК выдерживанием его при температуре 95 °С в течение, по крайней мере, 1 мин. Помимо ДНК в реакционной смеси содержатся в избытке два праймера, термостабильная ДНК-полимераза Taq, выделенная из бактерии *Thermus aquaticus* и четыре dNTP. Первый этап предусматривает нагрев реакционной смеси до температуры, при которой большинство двухцепочечных фрагментов ДНК будут денатурированы на отдельные цепи. При этом температура и продолжительность термической обработки реакционной смеси подбираются так, чтобы основная часть молекул ДНК-полимеразы осталась в интактном состоянии. 2. Ренатурация или отжиг (гибридизация). Температуру смеси медленно понижают до оптимальной для спаривания матрицы ДНК и праймеров. На втором этапе каждого цикла ПЦР реакционная смесь охлаждается до температуры, оптимальной для комплементарного спаривания праймеров со специфическим участком одноцепочечной ДНК-матрицы (обычно от +37 °С до +65 °С). Праймеры — это короткие (как правило, 18–30 нуклеотидов) химически синтезированные олигонуклеотиды, являющиеся затравками (инициаторами) синтеза цепи ДНК с помощью ДНК-полимеразы. Праймеры комплементарны последовательностям ДНК на левой и правой границах специфического фрагмента и ориентированы таким образом, что достраивание цепи происходит только между ними. Место (сайты) посадки праймеров на ДНК-матрице и определяют размер того участка, который будет амплифицирован. 3. Синтез. Температуру повышают до приблизительно 75 °С — величины, оптимальной для ДНК-полимеразы Taq. Начинается синтез комплементарной цепи ДНК, иницируемый 3'-ОН группой праймера, в направлении 5'→3' и катализируется ДНК-полимеразой. Материалом для синтеза новых цепей ДНК служат дезоксирибонуклеотидтрифосфаты, добавляемые в реакционную смесь. Продолжительность этапа амплификации составляет, в среднем, 20–40 с и определяется скоростью работы ДНК-полимеразы и размером того фрагмента ДНК, который нужно синтезировать (обычно от нескольких сотен до 5–6 тыс. нуклеотидов). Полимеразная реакция проходит автоматически в термоциклере (амплификаторе), который может нагревать и охлаждать пробирку с реакционной смесью в очень короткое время. Трехступенчатый цикл, в результате которого получают точные копии специфического участка ДНК, повторяется многократно в соответствии с заданной программой термоциклера. После окончания всех циклов часто проводят дополнительную стадию финальной элонгации, чтобы достроить все одноцепочечные фрагменты. Обычно эта стадия длится 5–15 мин. После амплификации полученные фрагменты анализируют гелем электрофорезом.

24. Разновидности экспериментальных методических подходов с использованием метода ПЦР.
- Ответ: 1. «Вложенная» ПЦР (Nested PCR) — есть вторая пара праймеров, которая амплифицирует кусочек полученного кусочка. 2. «Инвертированная» ПЦР (Inverse PCR) — перед проведением ПЦР с помощью серии ферментативных реакций как бы приклеивают известные фрагменты на концы неизвестного, чтобы можно было его амплифицировать. 3. ПЦР с обратной транскрипцией (Reverse Transcription PCR, RT-PCR) — берется РНК (молекула, которая является промежуточным этапом между ДНК и белками в живой клетке), а затем с помощью фермента обратной транскриптазы получают ДНК, с которой уже проводят ПЦР. Это удобно, например, для того, чтобы выявить, какие именно гены в данной клетке экспрессируются. 4. Ассиметричная ПЦР (Assymetric PCR) — если нужны продукты амплификации преимущественно одной из двух цепей ДНК. Добавляют неравное количество праймеров. 5. ПЦР длинных фрагментов (Long-range PCR) — чтобы амплифицировать длинный (больше 10 тысяч пар оснований) фрагмент, используют ПЦР с двумя полимеразы: одна из них, Taq-полимераза, может синтезировать длинную цепь, а вторая, ДНК-полимераза с 3'5'-экзонуклеазной активностью, может исправить ошибки, допущенные первой. 6. Multiplex PCR — добавляют несколько пар праймеров и одновременно амплифицируют несколько фрагментов. 7. Количественная ПЦР в реальном времени (Quantitative real-time PCR) — используют флуоресцентно меченые реагенты*

25.	<p>Клонирование фрагментов ДНК</p> <p>Ответ: В настоящее время существует два подхода для получения необходимого количества конкретного участка исследуемой ДНК: 1. Клонирование ДНК <i>in vivo</i> в клетках прокариот или эукариот (клонирование — получение клона, т. е. совокупности генетически идентичных клеток). 2. Амплификация ДНК <i>in vitro</i> методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Для клонирования ДНК <i>in vivo</i> необходимы: • ДНК-вставка (ДНК-мишень, ДНК-интереса); • ДНК-вектор (генетический вектор клонирования); • клетка-хозяин; • набор ферментов-инструментов и вспомогательных олигонуклеотидов. В основе молекулярного клонирования лежит встраивание нужного фрагмента ДНК (вставки) в другую молекулу ДНК (вектор), которая способна включать в себя новые последовательности ДНК, обеспечивать их перенос в системы, где созданная <i>in vitro</i> ДНК будет воспроизводиться <i>in vivo</i>, давая начало новому клону клеток, отличному фенотипически от исходных клеток хозяина (реципиента). Вектор для переноса генетической информации должен удовлетворять ряду основных требований: 1) способность к автономной репликации, т. е. обладание <i>ori</i> (точка инициации репликации); 2) небольшой размер, поскольку эффективность переноса экзо-генной ДНК в <i>E. coli</i> значительно снижается при длине плазмиды более 15 т.п.н.; 3) наличие уникального сайта рестрикции для какой-либо рестрицирующей эндонуклеазы; 4) наличие селективного маркера, позволяющего вести отбор рекомбинантных ДНК; 5) обеспечение</p>
26.	<p>Общее понятие о биологическом окислении. теории тканевого дыхания</p> <p>Ответ: Биологическое окисление, иначе тканевое дыхание, — это совокупность окислительно-восстановительных реакций, протекающих в живых организмах. Процесс сопровождается потреблением кислорода из окружающей среды и выделением углекислого газа, воды и энергии. Основная цель биологического окисления — снабжение организма энергией. Процесс тканевого дыхания можно условно разделить на три этапа: 1) внешнее дыхание осуществляется легкими; 2) перенос кислорода к тканям происходит благодаря дыхательной функции крови; 3) тканевое дыхание — в органах и тканях кислород отдается тканевым ферментам, которые используют его для окисления субстрата. В биологических системах окислительно-восстановительные процессы сопровождаются не только переносом электронов, но и переносом протонов (H^+). Поэтому биологическое окисление, с современных позиций, — это отщепление электронов и протонов от субстрата под действием ферментов дегидрогеназ. Схема цепи биологического окисления представлена на рисунке 21. Протоны (H^+) и электроны (e) поступают с субстрата (AH_2) на кофермент НАД, образуется НАДН 2. С НАДН 2 протоны и электроны переходят на кофермент ФАД. Образуется ФАДН 2. Далее протоны, минуя цитохромную систему, передаются на кислород, а электроны последовательно проходят через цитохромы b, c, a и a_3, затем поступают на кислород. Здесь они объединяются с протонами с образованием молекулы воды.</p>
27.	<p>Ферменты тканевого дыхания</p> <p>Первым звеном цепи биологического окисления являются ферменты, содержащие НАД или НАДФ в качестве коферментов. Активной частью кофермента является никотинамид, испытывающий недостаток электронов у атома азота, а поэтому имеющий положительный заряд. Он обозначается $НАД^+$. С $НАДН+H^+$ электроны и протоны попадают на ферменты с ФАД в качестве кофермента. Оба легко присоединяются к кольцу изоалоксазина с образованием ФАДН 2. С ФАДН 2 электроны легко проходят через цитохромную систему благодаря способности иона железа, являющегося активной частью гема цитохромов, изменять валентность.</p>
28.	<p>Анаэробное сбраживание глюкозы</p> <p>Если сбраживание начинается с распада гликогена, то процесс называют гликогенолизом, если с глюкозы — гликолизом. Основные реакции процесса гликолиза представлены на рисунке 22. На первом этапе гликолиза глюкоза превращается в глюкозо-6-фосфат под действием АТФ. Глюкозо-6-фосфат изомеризуется во фруктозо-6-фосфат. При взаимодействии с еще одной молекулой АТФ образуется фруктозо-1,6-дифосфат, который под действием фермента альдолаза распадается с образованием фосфотриоз: глицеральдегидфосфат (97%) и диоксиацетонфосфат (3%). Триозы способны превращаться друг в друга под действием фермента — триозофосфатизомеразы. Далее главная цепь реакции проходит через превращения глицеральдегидфосфата. По мере вступления глицеральдегидфосфата в дальнейшие превращения такое же его количество образуется из диоксиацетонфосфата. И в конечном итоге из одной молекулы глюкозы образуется две молекулы глицеральдегидфосфата. Конечным продуктом превращений</p>

	<p>глицеральдегидфосфата является пируват (пировиноградная кислота, ПВК) (рис. 22). При недостатке кислорода пируват восстанавливается до молочной кислоты. Молочная кислота является конечным продуктом анаэробного сбраживания углеводов. Она накапливается, например, в мышцах при больших физических нагрузках и вызывает их усталость. Через некоторое время часть молочной кислоты (приблизительно 1/5) окисляется в мышцах до углекислого газа и воды. Остальная часть поступает в кровь, далее в печень, где превращается в гликоген. Баланс энергии в реакциях гликолиза: на первом и третьем этапах расходуется 2 молекулы АТФ, на седьмом и десятом — накапливается 4 молекулы АТФ. Следовательно, чистый выход энергии — 2 молекулы АТФ (80 кДж). При этом около 60% этой энергии рассеивается в виде тепла и только 30...40% аккумуляруется в макроэргических связях АТФ.</p>
29.	<p>Аэробное сбраживание глюкозы</p> <p>Процесс аэробного сбраживания начинается с окислительного декарбоксилирования ПВК, сопровождающегося появлением ацетил-SКоА. Углекислый газ поступает из клеток в кровь, связывается гемоглобином с образованием карбогемоглобина, переносится в легкие, где выделяется с выдыхаемым воздухом. Десять атомов водорода поступают в митохондрии, включаются в цепь биологического окисления, в которой синтезируются 5 молекул воды и 15 молекул АТФ. В пересчете на 1 молекулу глюкозы в цикле трикарбоновых кислот синтезируется 30 молекул АТФ. Можно показать, что суммарный выход энергии в процессах гликолиза и аэробного сбраживания глюкозы составляет 38 молекул АТФ. При этом 50% энергии рассеивается в виде тепла и 50% запасается в макроэргических связях АТФ (19 · 40 кДж = 760 кДж). Очевидно, что энергетически процесс аэробного сбраживания очень выгодный. Лимонный цикл Кребса называют также метаболическим котлом, поскольку в нем «сгорают» также и белки, и жиры.</p>
30.	<p>Распад жиров в тканях. Бета-окисление жирных кислот</p> <p>Известно три типа окислительных превращений жирных кислот: окисление, _____ окисление,</p> <p>_____ окисление. Процесс _____ окисления (распада) жирных кислот, являющийся главным поставщиком энергии, активно протекает в печени, почках, сердечной и скелетной мышцах. Ферменты, катализирующие реакции _____ окисления, локализованы в митохондриях клетки. Поэтому обязательным условием включения жирных кислот в энергетический обмен является транспорт их в митохондрии при помощи специфического переносчика. _____ окислению подвергаются активированные жирные кислоты. Таким образом, первым этапом _____ окисления является активация жирных кислот. Процесс происходит под действием ацил-КоА синтетаз (синонимы — тиокиназы, активирующие ферменты), находящихся как в цитозоле клетки, так и в митохондриях. После поступления в митохондрию комплекс распадается с образованием карнитина и активной жирной кислоты, которая подвергается далее распаду. Энергетика процесса окисления жирных кислот: установлено, что при передаче двух электронов с ФАДН₂ на кислород в цитохромной системе происходит синтез 2 молекул АТФ. При передаче двух электронов с НАДН + H⁺ на кислород синтезируются 3 молекулы АТФ. При окислении одной молекулы активного ацетила в метаболическом котле синтезируется 12 молекул АТФ. Следовательно, при окислении жирной кислоты, сопровождающемся отщеплением одной молекулы активного ацетила, синтезируется 17 молекул АТФ. При полном распаде, например, стеариновой кислоты, образуется 9 молекул активного ацетила, что соответствует 153 молекулам АТФ. Одна молекула АТФ затрачивается на активацию свободной жирной кислоты в начале процесса. Окончательный баланс процесса — накопление 152 молекул АТФ, что соответствует 6080 кДж энергии.</p>
31.	<p>Биосинтез белков в тканях</p> <p>Все белки организма находятся в постоянном динамическом обмене, при котором распад белков уравнивается их синтезом. Различные белки обновляются с различной скоростью. Так, например, период обновления гормонов — часы и даже минуты, белков мышц, соединительной ткани, мозга — до 180 дней. Подсчитано, что в течение жизни человека белки организма обновляются около 200 раз. Белки синтезируются как из аминокислот, поступивших в кровь в результате переваривания пищи, так и тех, которые образуются при распаде белков клеток. Синтез белка происходит при участии ДНК и всех видов РНК и сопровождается затратами энергии АТФ на активацию аминокислот. Схема биосинтеза белка представлена на рисунке 25. Активированная аминокислота присоединяется к «своей» т-РНК благодаря определенному кодону (триплету). т-РНК, несущие активные аминокислоты, ориентируются вдоль и-РНК. Установлено, что в и-РНК все-</p>

	<p>гда существует «иницирующий» кодон. Это триплет АУГ. Здесь всегда первой присоединяется т³РНК, несущая метионин. После его присоединения все остальные т³РНК ориентируются в соответствии с оставшимися кодонами. Далее образовавшийся комплекс входит в р³РНК на одно «слово», т. е. вносит две т³РНК. Неспецифический фермент объединяет аминокислоты пептидной связью. Комплекс вновь продвигается внутрь р³РНК. К образовавшейся цепочке аминокислот присоединяется еще одна и так далее до тех пор, пока через рибосому не пройдет вся и³РНК. Из рибосомы выходит полипептидная цепочка, которая далее сворачивается в спираль и глобулу. Получается белок с третичной структурой. и³РНК вновь притягивает к себе т³РНК, несущие те же самые аминокислоты, что и в предыдущем случае. Подходит к следующей рибосоме. Вновь происходит синтез специфического белка. Через некоторое время и³РНК «изнашивается» и разлагается протеиназами клетки до исходных компонентов. т³РНК, сыграв роль, отщепляются от полипептидной цепочки при выходе из рибосомы и разлагаются до исходных компонентов. р³РНК устойчива. К ней подходят другие и³РНК, несущие другой набор аминокислот, происходит синтез другого белка.</p>
32.	<p>Распад белка в тканях</p> <p>Аминокислоты, не использованные на синтез белков, подвергаются распаду до конечных продуктов: углекислоты, выводимого азота, воды, процесс сопровождается выделением энергии. Азот выводится в виде аммиака. Аммиак токсичен, поэтому в организме существует несколько путей его обезвреживания. Это: образование амидов дикарбоновых кислот (в клетках), образование аммонийных солей и мочевины (в почках). Образование мочевины — это основной путь выведения аммиака из организма. Образование мочевины изучали И. П. Павлов, М. В. Ненцкий, С. С. Салазкин. Они показали, что мочевина синтезируется из углекислого газа, аммиака и воды. В 1962 г. Г. Кребс обнаружил, что этот процесс носит циклический характер и начинается и заканчивается с орнитина. Цикл был назван орнитинным циклом Кребса. Образуется карбамоилфосфат. Далее карбамоилфосфат реагирует с орнитином, образуется цитруллин. Реакция инициируется орнитинкарбамоилтрансферазой. Цитруллин взаимодействует с аспаратом (аспарагиновой кислотой), образуется аргининсукцинат (аргининная кислота). Фермент, способствующий протеканию этой реакции, — аргининсукцинатсинтетаза. Аргининсукцинат расщепляется ферментом аргининсукцинатализой до аминокислоты аргинин и фумарата (фумаровой кислоты). И наконец, аргинин превращается в орнитин и мочевину под действием фермента аргиназы. Орнитин вновь взаимодействует с карбамоилфосфатом, и вся цепь превращений повторяется.</p>
33.	<p>Азотистый баланс</p> <p>Положительный азотистый баланс характеризуется тем, что количество поступившего с пищей азота больше, чем количество выделенного. Это состояние является нормой для растущего организма, но патологией — для взрослого человека, у которого развивается состояние гиперпротеинемии: повышенного содержания белка в крови. Избыток белка приводит к смещению рН крови в кислую сторону и развитию заболевания ацидоз. Ацидоз вызывает поражения ЦНС, нарушения обмена веществ, в частности, нарушение обмена жирных кислот, что приводит к накоплению в крови и моче кетоновых тел (заболевание кетоз). Отрицательный азотистый баланс характеризуется тем, что количество поступающего азота меньше, чем количество выделенного. Это состояние является патологией в любом возрасте и характеризуется гипопроteinемией.</p>
34.	<p>Функциональная классификация гуморальных факторов</p> <p>Основным гуморальным фактором являются гормоны. Гормонами называются биологически активные вещества, синтезируемые специализированными клетками в организме человека и животных, секретируемые во внутреннюю среду и изменяющие функции тканей-мишеней. Клетки, секретирующие гормоны, образуют железы внутренней секреции, которые все вместе образуют эндокринную систему, т. е. систему внутренней секреции. «Внутренней» она называется, т. к. секреция осуществляется в кровь или межклеточное пространство, но не в желудочно-кишечный тракт. «Внутренняя секреция» означает, что вещества выделяются в кровь или в другую внутреннюю жидкость; «внешняя секреция» означает, что вещества выделяются в пищеварительный тракт или на поверхность кожи.</p> <p>Помимо внутренней секреции, существует и внешняя. К ней относится выделение пищеварительных ферментов в желудочно-кишечный тракт и различных веществ с потом, мочой и калом. В окружающую среду вместе с продуктами обмена веществ в окружающую среду выделяются и биологически активные, специально синтезируемые в различных тканях, вещества, входящие в состав феромонов. Они выполняют сигнальную</p>

	<p>функцию в общении между членами сообщества. Феромоны, которые воспринимаются животными с помощью обоняния и вкуса, несут информацию о поле, возрасте, состоянии (усталость, испуг, болезнь) животного. Более того, с помощью феромонов происходит индивидуальное узнавание одного животного другим и даже степени родства двух особей. Особую роль феромоны играют на ранних этапах созревания организма, в младенчестве. При этом важны феромоны как матери, так и отца. В их отсутствие развитие новорожденного замедляется и может нарушаться. Феромоны вызывают определенные реакции других особей того же вида, а химические вещества, выделяемые животными одного вида, но воспринимаемые животными другого вида, называются кайромонами. Таким образом, в животном сообществе феромоны выполняют ту же функцию, что и гормоны внутри организма. Феромоны играют меньшую роль в человеческом сообществе, чем в сообществе животных. В частности, они никогда не индуцируют поведение человека, как это происходит во время течки животных. Но влияние феромонов на поведение человека обычно недооценивается, что обусловлено тем, что большая часть обонятельной информации не отражается сознанием. Диетические факторы — это все, что поступает в организм с тем, что человек ест и пьет. Очевидно, что таким путем в организм попадает множество психотропных веществ, например глюкоза. Метаболитами называются продукты обмена веществ. Например, глюкоза, которая образовалась в результате переваривания съеденного обеда. Некоторые вещества, выделяемые эндокринными железами, не имеют биологической активности. Они приобретают ее только после метаболизма в других органах (чаще всего печени). Наконец, к системе гуморальной регуляции функций относятся и медиаторы (нейротрансмиттеры), которые выделяются нервным окончанием в синаптическую щель, передавая сигналы от одного нейрона к нейрону, к мышечному волокну, или к секреторной клетке. Внутри синапса они и распадаются, не попадая в кровоток. Эту группу биологически активных веществ принято рассматривать в курсе физиологии ЦНС.</p>
35.	<p>Гипоталамо-гипофизарная система</p> <p>Гипоталамус — является высшим отделом эндокринной системы. Эта структура головного мозга, получая и перерабатывая информацию об изменениях в мотивационных системах, изменениях во внешней среде и в состоянии внутренних органов, изменениях гуморальных констант организма, интегрирует полученную информацию в виде изменения синтеза многочисленных гормонов, управляющих активностью эндокринной системы организма. Модуляция (т. е. активация или торможение) осуществляется путем синтеза и секреции специальных гормонов — рилизингов (release — выделяется), которые, поступая в специальную (портальную) кровеносную систему, транспортируются в переднюю долю гипофиза. В передней доле гипофиза гипоталамические гормоны стимулируют (или тормозят) синтез и секрецию гипофизарных гормонов, которые поступают в общий кровоток.</p> <p>Часть гипофизарных гормонов являются тропными (tropos — направление), т. е. они стимулируют секрецию гормонов из периферических желез: коры надпочечников, гонад (половых желез) и щитовидной железы. Гипофизарных гормонов, тормозящих функции периферических желез, не существует. Другая часть гипофизарных гормонов действует не на периферические железы, а непосредственно на органы и ткани. Например, пролактин у человека стимулирует синтетическую функцию молочной железы, а также усиливает материнское поведение. Периферические гормоны, взаимодействуя с гипофизом и гипоталамусом, тормозят по механизму обратной связи секрецию соответствующих гипоталамических и гипофизарных гормонов. Такова в самых общих чертах организация центрального отдела эндокринной системы.</p>
36.	<p>Гипоталамические и гипофизарные гормоны</p> <p>Кортиколиберин (КРГ), синтезируясь в гипоталамусе, стимулирует секрецию адренокортикотропного гормона (АКТГ) в переднем гипофизе, а АКТГ стимулирует секрецию глюкокортикоидов коры надпочечников. Гонадолиберин (ГнРГ или ЛГ-РГ), синтезируясь в гипоталамусе, стимулирует секрецию фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеотропного (ЛГ) гормонов в переднем гипофизе. ФСГ и ЛГ стимулируют функцию гонад (половых желез). ЛГ стимулирует выработку половых гормонов, а ФСГ стимулирует выработку половых клеток в гонадах. Тиреолиберин (ТРГ), синтезируясь в гипоталамусе, стимулирует секрецию тиреотропного гормона (ТТГ) в переднем гипофизе. ТТГ стимулирует секреторную активность щитовидной железы. В гипоталамусе (а также и в других структурах ЦНС) и в гипофизе синтезируются эндогенные опиаты. Это группа пептидных гормонов, синтезируясь в гипофизе, носит название «эндорфины», а при их синтезе в ЦНС они носят название «энкефалины». Две основные функции эндогенных опиатов: они уменьшают боль и улучшают настроение — вызывают эйфорию. Благо-</p>

	<p>даря эйфорическому эффекту этих гормонов они участвуют в выработке новых форм поведения, являясь частью системы подкрепления в ЦНС. Секреция эндорфинов усиливается при стрессе.</p>
37.	<p>Вазопрессин и окситоцин</p> <p>Вазопрессин и окситоцин — эти гормоны синтезируются в гипоталамусе, а в заднем гипофизе выделяются в общий кровоток. Задний гипофиз образован окончаниями отростков нервных клеток гипоталамуса. Эти два гормона относятся к особой группе, поскольку, синтезируясь в гипоталамусе, транспортируются по аксонам (отросткам нейронов) в задний гипофиз и там выделяются в системный кровоток. Молекулы обоих гормонов состоят из девяти аминокислот. Функции вазопрессина: уменьшение объема выделяемой мочи, подъем артериального давления за счет сокращения стенок артерий. Психотропные функции вазопрессина: улучшение памяти, подавление двигательного возбуждения, усиление чувства тревоги, ослабление болевых ощущений, участие в социальном поведении. Регулируется секреция вазопрессина изменением водно-солевого равновесия. Увеличивается секреция вазопрессина при стрессе, в том числе и психическом.</p> <p>Функции окситоцина: за счет сокращения гладкой мускулатуры увеличение молокоотдачи, ускорение родов, облегчение транспорта сперматозоидов в матку. Психотропные функции окситоцина: усиление аффилиативного поведения. Известна только нервная регуляция секреции окситоцина: раздражение сосков, наружных половых органов. Этим окситоцин отличается от вазопрессина, секреция которого регулируется как нервными, так и гуморальными факторами. Секреция окситоцина увеличивается при некоторых видах стресса.</p>
38.	<p>Периферические гормоны</p> <p>Масса гипоталамуса 4 г, гипофиза — 0,7 г, эпифиза — 0,1 г, щитовидной железы — 30 г, поджелудочной — 250 г (эндокринная часть занимает 1–3%), надпочечника — 4 г, яичника — 8 г, семенника — 20 г. Приведены приблизительные значения. Масса одних желез, например поджелудочной, пропорциональна массе тела, а других (надпочечника) — нет. Размер одних, например надпочечника, может обратимо увеличиваться в несколько раз, в зависимости от функционального состояния организма; размер других (семенника) постоянен.</p> <p>Инсулин — синтезируется в В-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Функции. Переводит глюкозу в гликоген и усиливает транспорт глюкозы из крови в клетки. Гликоген — углевод, в форме которого у животных хранится запас углеводов — основного источника энергии, которая расходуется для жизнедеятельности клеток, в том числе мышечных и нервных. По мере необходимости гликоген может распадаться до глюкозы. В мышечных клетках энергия может получить непосредственно из гликогена. Переводя глюкозу в гликоген и транспортируя глюкозу в клетки, инсулин уменьшает содержание глюкозы в крови. Это вызывает чувство голода. Быстрое повышение инсулина в крови может вызывать ухудшение функций ЦНС из-за снижения содержания глюкозы в крови, являющейся единственным источником энергии для клеток ЦНС. Ухудшение функций ЦНС может проявляться в плохом самочувствии, общей слабости, потере сознания и смерти. Регуляция. Гуморальная регуляция многообразна. Стимулируют секрецию инсулина, в первую очередь высокий уровень глюкозы в крови, а так же АКТГ и глюкокортикоиды (см. ниже); тормозят — адреналин и норадреналин. Парасимпатическая нервная система стимулирует, а симпатическая — тормозит секрецию инсулина. В поджелудочной железе синтезируются инсулин и глюкагон. Глюкагон — синтезируется в А-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Функции и регуляция глюкагона в целом противоположны функциям и регуляции инсулина. Глюкагон увеличивает содержание глюкозы в крови, ускоряя распад гликогена до глюкозы и замедляя транспорт глюкозы в клетки. Уровень глюкозы — является основным фактором, влияющим на синтез и секрецию глюкагона. Высокое содержание глюкозы в крови тормозит синтез и секрецию глюкагона, а низкое — стимулирует синтез и секрецию глюкагона. В щитовидной железе синтезируются тироксин и трийодтиронин. Тироксин и трийодтиронин — синтезируются в фолликулах щитовидной железы, лежащей на передней поверхности шеи. Функции. Активация обмена веществ. Недостаточность щитовидной железы приводит к торможению психических функций, утомляемости, замедлению работы сердца, утрате эластичности кожи, облысению. Помимо организующего влияния, гормоны щитовидной железы влияют на психику и поведение вторично благодаря своему стимулирующему эффекту на общий обмен веществ в организме. Секреция гормонов щитовидной железы мало меняется при изменениях во внешней или внутренней среде. В норме гормоны щитовидной железы осуществляют только тоническое влияние на функции организма. Регуляция. Тиреотропин (ТТГ) стимулирует синтез и секрецию гормонов щитовидной железы. Стимулирующие нервные влияния на щито-</p>

	<p>видную железу осуществляются симпатической нервной системой. В отличие от почти всех прочих гормонов, упоминаемых в этой книге, секреция тироксина и трийодтиронина очень мало меняется при изменениях во внешней и внутренней среде (если поступление йода в организм достаточно). Подобно парасимпатическому отделу автономной нервной системы, гормоны щитовидной железы осуществляют тоническое влияние на функции, поддерживая их на определенном уровне. Секреция всех других гормонов меняется в соответствии с возникающими потребностями, так же как это происходит с активностью симпатического отдела автономной нервной системы.</p>
39.	<p>Стероидные гормоны</p> <p><i>Периферические гормоны, продуцируемые корой надпочечников и половыми железами, относятся к химическому классу стероидов. Стероиды отличаются от пептидов не только химически, но и физиологически. Во-первых, увеличение концентрации пептидных гормонов в крови можно зарегистрировать через несколько секунд после стимулирующего воздействия. Рост концентрации стероидов в крови отмечается только через несколько минут после стимуляции. Во-вторых, время полужизни в крови пептидов 1–2 минуты, а стероидов — десятки минут. Это связано с тем, что распад пептидов происходит с помощью ферментов крови, а метаболизм стероидов протекает главным образом в печени. Большая химическая стабильность стероидов позволяет определять их содержание не только в крови, но и в слюне, моче и экскрементах, что очень удобно для полевых исследований физиологии диких животных. В-третьих, пептиды неэффективны при введении в рот, т. к. разрушаются пищеварительными ферментами, а стероиды, поступая в организм с пищей, всасываются в кровь в желудочно-кишечном тракте. Наконец, самое важное — стероиды свободно проникают в ЦНС, а пептидные гормоны проникают с трудом. Это связано с наличием гемато-энцефалического барьера, обеспечивающего постоянство химической среды ЦНС. Некоторые гормоны (например, адреналин) совершенно не проникают в ЦНС из крови, для других (например, окситоцина) существуют специальные системы транспортных белков, которые работают с ограниченной скоростью. Стероиды синтезируются из общего предшественника — холестерина, и делятся на пять семейств: глюкокортикоиды, минералкортикоиды, прогестины, андрогены (мужские половые гормоны) и эстрогены (женские половые гормоны). Несмотря на общий план строения стероидов, почти каждое семейство является функциональным антагонистом остальных. Например, прогестины препятствуют проявлению эффектов всех остальных четырех групп стероидов. Стероидные гормоны синтезируются в двух железах: корковом слое надпочечников и гонадах (половых железах). В коре надпочечников синтезируются главным образом минералкортикоиды и глюкокортикоиды. Поэтому эти два семейства вместе называют кортикостероидами. Прогестины, андрогены и эстрогены синтезируются в основном в гонадах. В клубочковой зоне синтезируются — минералкортикоиды — альдостерон (основной у человека) и дезоксикортикостерон (с меньшим влиянием на солевой обмен, но с психотропной активностью). Функции. Как следует из названия, регуляция водно-солевого обмена (задерживают в организме натрий и увеличивают выделение калия); усиление воспалительных процессов. Регуляция. Основной регулятор — содержание калия и натрия в крови. Стимуляция синтеза при снижении концентрации натрия в диете. Кроме того, в регуляции секреции минералкортикоидов участвуют и другие гуморальные агенты: факторы, синтезируемые в печени (ренин-ангиотензиновая система, которая активизируется при стрессе), вазопрессин, окситоцин. Торможение минералкортикоидной активности коры надпочечников осуществляется эндорфинами. В пучковой зоне синтезируются глюкокортикоиды, основным из которых у человека является кортизол, а у крыс и мышей — основных лабораторных животных — кортикостерон. Функции. Обмен углеводов; противовоспалительное действие и противоаллергическое действие; множественные влияния на эффекты других гормонов, в первую очередь гормонов гипоталамо-гипофизарной системы. Кортизол — функциональный антагонист прогестерона. Регуляция. АКТГ — основной стимулятор. Кроме того, синтез кортизола увеличивается вазопрессинном и факторами, секретлируемыми в мозговом слое надпочечников. Гуморальные факторы, тормозящие синтез и секрецию кортизола, неизвестны.</i></p>
40.	<p>Передача гормонального сигнала: синтез, секреция, транспорт гормонов, их действие на клетки-мишени и инактивация</p> <p><i>Внутри клетки происходит синтез гормона. Секреция — не пассивное выделение вещества в окружающее пространство, а активный процесс, на который могут влиять факторы, не изменяющие интенсивность синтеза. В крови гормоны связываются с белками-носителями. В связанной форме гормоны неактивны. Таким образом, биологический эффект гормона зависит и от содержания в крови транспортных белков. Для реализации биологического эффекта гормон должен связаться с клеточным рецептором —</i></p>

сложной структурой, расположенной внутри клеточной мембраны, или внутри клетки, в ее цитозоле. После связывания молекулы гормона с рецептором следует целый каскад химических реакций, которые приводят к изменению активности клетки. Это проявляется в изменении синтеза белка в клетке, а также в изменении свойств мембраны клетки. Изменение мембранных свойств клетки происходит при передаче нервного импульса, сокращении мышечных клеток, секреции различных веществ из клетки. Освободившись из комплекса с рецептором, молекула гормона инактивируется в крови (пептиды) или в печени (стероиды). К изменению гормонального эффекта приводят не только изменение синтеза молекул гормона в эндокринной железе, но и изменения на любом этапе передачи гормонального сигнала. Гормон, поступивший в кровь, переносится к тканям-мишеням в разных формах. Часть молекул находится в том виде, в котором они были секретированы, но большая часть связывается с белками крови. Некоторые из этих белков связывают многие гормоны (альбумин), а другие обладают высокой специфичностью по отношению к определенным гормонам, т. е. связывают только один, или строго ограниченный круг гормонов. Так, кортикостероид-связывающий глобулин, связывает глюкокортикоиды, минералкортикоиды и прогестины, но не связывает эстрогены; белок, который связывает пролактин и гормон роста, не присоединяет другие пептидные гормоны. Связывание гормонов белками крови имеет три функции. Первая — регуляторная. Связанный гормон не взаимодействует с тканями-мишенями, т. е. та часть молекул секретированного гормона, которая связалась с белком, биологически не активна. В результате эффективная концентрация гормона всегда меньше, чем общая концентрация гормона в крови. Чем больше содержание в крови белка, связывающего молекулы гормона, тем меньше эффективная концентрация гормона, т. е. меньше возможный биологический эффект. Следовательно, биологическая активность гормона регулируется содержанием в крови белков, которые связывают этот гормон. Например, при беременности возрастает количество белка, связывающего кортизол. При возникновении потребности тканей в гормоне увеличивается расщепление гормон-белкового комплекса и эффективная концентрация, содержание биологически активного гормона в крови возрастает. Таким образом, регулирующая функция белков, связывающих гормоны, тесно связана со второй функцией — запасующей. Вторая — запасующая функция связывания гормонов с белками крови определяется тем, что в крови имеется постоянный запас гормона, который может быть легко переведен в активное состояние. При снижении концентрации свободного гормона часть связанного высвобождается из комплекса с белком. Третья функция связывания молекул гормона белками крови — транспортная. В некоторых случаях гормон, связанный с транспортным белком, быстрее проникает в клетку-мишень. После синтеза, секреции и транспорта начинается взаимодействие гормона с клеткой-мишенью. Оно обеспечивается клеточными рецепторами. Рецепторы представляют собой сложные белки. Они расположены в клеточной мембране (рецепторы пептидных гормонов), в цитоплазме клетки (рецепторы стероидных гормонов) и в клеточном ядре (рецепторы трийодтиронина и тироксина). Итак, первые четыре этапа передачи гормонального сигнала — это синтез, секреция, транспорт белками крови и связывание с рецепторным аппаратом в клетках тканей. Заключительным, пятым этапом передачи гуморального сигнала является инактивация гормона и вывод его из организма. Нарушение метаболизма гормона может вызывать изменения в работе всей эндокринной системы. При замедленной инактивации однократное введение гормона может вызвать длительный или неожиданно сильный эффект. В норме время полужизни пептидных гормонов составляет несколько минут, а стероидных — несколько часов. Многие синтетические производные гормонов значительно эффективнее природных аналогов именно потому, что они медленно подвергаются инактивации в процессе обмена веществ.

Критерии и шкалы оценки:

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в

ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если: он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

3.3 Собеседование (задания для лабораторных работ)

3.3.1 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

Номер вопроса	Текст вопроса
41.	Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии <i>Для осуществления синтеза полипептидов генетическая информация, закодированная в ДНК в составе хроматина, переписывается (процесс транскрипции, происходит в ядре) по принципу комплементарности азотистых оснований на информационную РНК (иРНК или матричная мРНК), которая переходит из ядра в цитоплазму, где принимает участие в процессе трансляции: переводе информации с языка нуклеотидов на язык аминокислот, т. е. процессе синтеза полипептида. Указанные процессы осуществляются по принципу комплементарности молекул ДНК. Согласно этому принципу, аденин (А) всегда в норме соединяется с тиминном (Т) – в ДНК или урацилом (У) в РНК. Гуанин (Г) всегда в норме соединяется с цитозином (Ц). Между А и Т образуются две водородные связи, а между Г и Ц – три.</i>
42.	Какие функционально различные единицы выделяют в молекуле ДНК в пределах одного гена? <i>В пределах одного гена, который кодирует полипептид, участок молекулы ДНК подразделяется на функционально различные единицы. Отличительная черта строения многих генов эукариот – прерывистость структуры смысловой части. Смысловые участки, несущие информацию о последовательности аминокислот в белке – экзоны, чередуются с участками некодирующих последовательностей – интронами.</i>
43.	Перечислите свойства генетического кода <i>1. Триплетность. Одну аминокислоту кодирует последовательность из трех нуклеотидов, названная триплетом, или кодоном. 2. Вырожденность (избыточность). Большинство аминокислот кодируется более, чем одним кодоном (2, 4 или 6). 3. Универсальность. У всех организмов на Земле одни и те же триплеты кодируют одинаковые аминокислоты. 4. Однозначность (специфичность). Во всех генах у всех эукариот каждый триплет кодирует только одну аминокислоту. 5. Коллинеарность – совпадение последовательностей аминокислот в синтезируемой молекуле белка с последовательностью триплетов в иРНК. 6. Линейность (непрерывность и неперекрываемость кодонов при считывании). Это означает, что последовательность нуклеотидов считывается триплет за триплетом без пропусков, при этом соседние триплеты не перекрывают друг друга.</i>
44.	Дайте определение понятию «Энергетический обмен» <i>Совокупность окислительно-восстановительных реакций, происходящих в клетках с участием ферментов и являющихся источником энергии в организме</i>
45.	Дайте определение понятию «Тканевое дыхание»

	Совокупность биохимических реакций, протекающих в клетках живых организмов, в ходе которых происходит окисление углеводов, липидов и аминокислот до углекислого газа и воды
46.	Дайте определение понятию «Окислительное фосфорилирование» Процесс образования аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) из аденозиндифосфорной и фосфорной кислот за счет энергии, освобождающейся при окислении органических веществ в живых клетках
47.	Дайте определение понятию «Макроэргическая связь» Ковалентная связь, при гидролизе которой выделяется не менее 30 кДж/моль энергии
48.	Объясните, в чем заключается перmissive эффект гормонов? Приведите примеры Перmissive (разрешающий) эффект – действие на чувствительность тканей к другим БАВ (через изменение количества и чувствительности рецепторов). Пример: кортизол, тироксин увеличивают число адренорецепторов
49.	В чем заключается адаптивное действие кортизола? 1. Перmissive эффекты: снижает чувствительность тканей к инсулину; усиливает влияния симпат-адреналовой системы. 3. Влияние на водно-солевой обмен: задержка натрия и воды в организме. 4. Центральные эффекты: Повышение чувствительности сенсорных систем. 5. Подавляет воспаление
50.	Перечислите эффекты тиреоидных гормонов 1. Ускоряют обмен веществ; 2. Липолиз; 3. Повышают уровень глюкозы в крови; 4. Морфогенез - стимулируют рост и дифференцировку всех тканей, в том числе нервной; стимулируют эритропоэз.

Процентная шкала 0-100 %;

85-100% - отлично (лабораторная работа выполнена в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, проявлен творческий подход, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета);

75- 84,99% - хорошо (лабораторная работа выполнена в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета; б) или не более двух недочетов);

60-74,99% - удовлетворительно (лабораторная работа выполнена в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала; выполнено не менее половины работы или допущены в ней а) не более двух грубых ошибок, б) не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) не более двух-трех негрубых ошибок, г) одна негрубая ошибка и три недочета, д) при отсутствии ошибок, 4-5 недочетов);

0-59,99% - неудовлетворительно (число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий).

3.4 Домашнее задание

3.4.1. 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

№ задания	Формулировка задания
51.	Отрезок молекулы ДНК, определяющий первичную структуру полипептида, содержит сле-

	<p>дующую последовательность нуклеотидов: ААТГЦАЦГГ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, число тРНК, участвующих в биосинтезе пептида, нуклеотидный состав их антикодонов и последовательность аминокислот, которые переносят эти тРНК.</p> <p>1) на матрице ДНК синтезируется иРНК по принципу комплементарности; её последовательность: УУАЦГУГЦЦ;</p> <p>2) антикодон каждой тРНК состоит из трёх нуклеотидов, следовательно, в биосинтезе пептида участвуют три молекулы тРНК, антикодоны тРНК: ААУ, ГЦА, ЦГГ, комплементарны кодонам иРНК;</p> <p>3) последовательность аминокислот определяется по кодонам иРНК: –лей –арг– ала –</p>
52.	<p>Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦГТТГГГЦТАГГЦТТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦГТТГГГЦТАГГЦТТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК.</p> <p>1) нуклеотидная последовательность участка тРНК ГЦААЦЦЦГАУЦЦГАА;</p> <p>2) нуклеотидная последовательность антикодона ЦГА (третий триплет) соответствует кодону на иРНК ГЦУ;</p> <p>3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота АЛА, которую будет переносить данная тРНК</p>
53.	<p>Известно, что расстояние между нуклеотидами в цепочках ДНК составляет 34×10^{-11} м. Какую длину имеет ген, определяющий гемоглобин, включающий 287 аминокислот?</p> <p>1. Определяем количество триплетов в мРНК 287 аминокислот = 287 триплетов в мРНК</p> <p>2. Определим количество триплетов в ДНК 287 триплетов мРНК = 287 триплетов ДНК</p> <p>3. Определяем количество нуклеотидов в ДНК $287 \times 3 = 861$</p> <p>4. Определяем длину структурного гена, кодирующего молекулу гемоглобина $(861 - 1) \times 34 \times 10^{-11}$</p>
54.	<p>Полипептид состоит из следующих аминокислот: валин – аланин – глицин – лизин – триптофан – валин – серин – глутаминовая кислота. Какова структура участка ДНК, кодирующего его?</p> <p>полипептид: вал – ала – гли – лиз – три – вал – сер – глу</p> <p>мРНК: ААА – ГУУ – УГГ – УУУ – ГУУ – АЦГ – ЦГУ – АГЦ</p> <p>ДНК: ТТТ – ЦАА – АЦЦ – ААА – ЦАА – ТГЦ – ГЦА – ТЦГ ААА – ГТТ – ТГГ – ТТТ – ГТТ – АЦГ – ЦГТ – АГЦ</p>
55.	<p>На каком этапе аэробного гликолиза используются 2 моль АТФ?</p> <p>Учитываем выход АТФ при аэробном гликолизе На образование фруктозо-1,6-бисфосфата из одной молекулы глюкозы требуется 2 молекулы АТФ (реакции 1 и 3)</p> <p>Ответ: на 1-м этапе</p>
56.	<p>Почему АТФ можно назвать универсальным аккумулятором и донором энергии в организме?</p> <p>Центральное место в шкале «Стандартная свободная энергия гидролиза некоторых фосфорилированных соединений» занимает цикл АТФ = АДФ + Рн. Это позволяет АТФ быть как универсальным аккумулятором, так и универсальным источником энергии для живых организмов.</p>
57.	<p>В клетках теплокровных АТФ как универсальный аккумулятор энергии возникает двумя путями. Опишите их.</p> <p>1) аккумулирует энергию более энергоёмких соединений, стоящих выше АТФ в термодинамической шкале без участия O_2 – субстратное фосфорилирование $S \sim P + АДФ = S + АТФ$;</p> <p>2) аккумулирует энергию электрохимического потенциала при разрядке внут-</p>

	ренней мембраны митохондрии – окислительное фосфорилирование
58.	Опишите физиологические функции гормона пролактина Усиливает родительское поведение. Снижает боль. При больших концентрациях вызывает импотенцию. Вместе с другими гормонами обеспечивает либидо. Отражает у женщин — беременность, у мужчин — состояние стресса. У человека стимулирует синтез молока
59.	Опишите физиологические функции и приведите примеры эндогенных опиатов К эндогенным опиатам относят эндорфины и энкефалины. Индуцируют эйфорию, снижают боль. Обучение на основе положительного подкрепления. Отражают наличие стресса
60.	Опишите физиологические функции окситацина Усиливает аффилиацию. Снижает тревожность. Ухудшает память. Обеспечивает социальные контакты. Отражает благодушное состояние. Стимулирует секрецию молока

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если домашнее задание является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором прослеживается авторская позиция, продуманная система аргументов, а также наличествуют обоснованные выводы; используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; полностью соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания логически выстроен, имеет четкую структуру; работа соответствует всем техническим требованиям; домашнее задание выполнено в установленный срок.

- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если домашнее задание не является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором не прослеживается авторская позиция, не продумана система аргументов, а также отсутствуют обоснованные выводы; не используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; не соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания композиционно не выстроен; работа не соответствует техническим требованиям; домашнее задание не выполнено в установленный срок.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
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					
Знать	современные принципы молекулярной биологии и генетики, : основы биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и знаниями о современных методах редактирования генома, подходы в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Знание современных принципов молекулярной биологии и генетики, : основ биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и современных методов редактирования генома, подходов в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Изложены знания современных принципов молекулярной биологии и генетики, : основ биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и современных методов редактирования генома, подходов в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Не изложены знания современных принципов молекулярной биологии и генетики, : основ биохимии, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии, биоинженерии, биотехнологии и современных методов редактирования генома, подходов в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
Уметь	проводить исследования в области молекулярной биологии, геномики, протеомики, генетики развития, ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии, приобретать новые знания, используя современные об-	Умение проводить исследования в области молекулярной биологии, геномики, протеомики, генетики развития, ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии, приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Умеет проводить исследования в области молекулярной биологии, геномики, протеомики, генетики развития, ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии, приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Не умеет проводить исследования в области молекулярной биологии, геномики, протеомики, генетики развития, ориентироваться в современных дости-	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)

	разовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	цинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий	жениях и открытиях в области генетики бактерий и биотехнологии, приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии в области общей, молекулярной, медицинской генетики; генетики человека, микроорганизмов, растений и животных; генетики развития; генетической инженерии, генетических технологий		
Владеть	знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике, современными представлениями об методах биотехнологии и генной инженерии, информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа	Владение знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике, современными представлениями об методах биотехнологии и генной инженерии, информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа	Владеет знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике, современными представлениями об методах биотехнологии и генной инженерии, информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Не владеет знаниями молекулярных основ передачи генетической информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике, современными представлениями об методах биотехнологии и генной инженерии, информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах молекулярно-генетического анализа	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)